

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

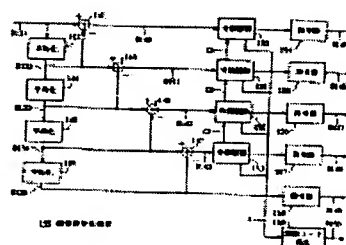
- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

DEVICE AND METHOD FOR ENCODING IMAGE DATA**Patent number:** WO9507004**Publication date:** 1995-03-09**Inventor:** FUJIMORI YASUHIRO (JP); KAWAGUCHI KUNIO (JP); KONDO TETSUJIRO (JP)**Applicant:** FUJIMORI YASUHIRO (JP); SONY CORP (JP); KAWAGUCHI KUNIO (JP); KONDO TETSUJIRO (JP)**Classification:****- international:** H04N7/24**- european:** H04N7/26H30E5; H04N7/26H30H6**Application number:** WO1994JP01425 19940830**Priority number(s):** JP19930238822 19930830; JP19930238823 19930830; JP19930238824 19930830; JP19930273112 19931004; JP19930273205 19931004; JP19930273206 19931004; JP19930273207 19931004; JP19930349555 19931228**Also published**EP067
US593
EP067
EP067**Cited documents**JP229;
JP621;
JP226;
JP625;**Abstract of WO9507004**

A device and method for encoding an image into hierarchical codes. The compression efficiency of the encoding is improved and deterioration of image quality is reduced. Image data are encoded using regressive hierarchical expression and dividing adaptively blocks according to the natures of the data. The encoded hierarchical data obtained by the division are transmitted. Thus, blocks of lower hierarchies can be divided and, as a result, the quantity of information about flat portions of an image can be reduced.



100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

H04N 7/24

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 94190793.7

公开号: CN116029A 公开日: 1996.1.31

[45]授权公告日 2001年11月21日

[11]授权公告号 CN 1075321C

[22]申请日 1994.8.30

[21]申请号 94190793.7

[30]优先权

[32]1993.8.30 [33]JP [31]238822/1993

[32]1993.8.30 [33]JP [31]238823/1993

[32]1993.8.30 [33]JP [31]238824/1993

[32]1993.10.4 [33]JP [31]273112/1993

[32]1993.10.4 [33]JP [31]273205/1993

[32]1993.10.4 [33]JP [31]273206/1993

[32]1993.10.4 [33]JP [31]273207/1993

[32]1993.12.28 [33]JP [31]349555/1993

[86]国际申请 PCT/JP94/01425 1994.8.30

[87]国际公布 WO95/07004 日 1995.3.9

[85]进入国家阶段日期 1995.6.15

[73]专利权人 索尼公司

地址 日本东京

[72]发明人 近藤哲二郎 藤森泰弘 川口邦雄

[56]参考文献

US 5086439 1992.4.4 HD4N7/18

审查员 陈源

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

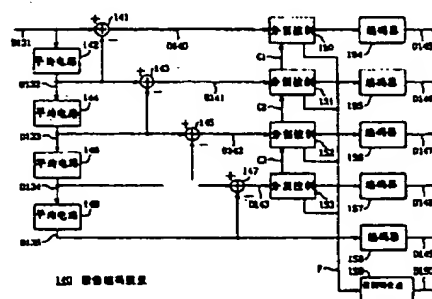
代理人 董巍 叶恺东

权利要求书 8 页 说明书 75 页 附图页数 50 页 (134)

[54]发明名称 图像编码装置及方法

[57]摘要

对图像数据进行分层编码,能提高压缩效率同时减小图像质量的劣化。在这种 图像编码装置和方法中,采用递归的分层表示的图像数据,进行分层编码。在 对应于图像数据的特性,实现了自适应的块分割以后,再进行编码;同时,把 从该分割结果中得到的分层编码数据传出去。借此,能自适应地分割下一层 中的块,结果是,能降低图像平坦部分的信息量。



ISSN 1008-4274

定结果时，临时地产生用于使对应于所述块的多个下层块的分割中止的分割中止标志、同时，在得到表示所述多个下层块中至少一个块的所述块活动性成为大于给定阈值的判定结果时，将所述分割中止标志变更成为用于使分割继续进行的分割继续标志。

7. 根据权利要求5的一种图像编码装置，其特征是：

所述判定控制装置检测除所述最上层外的所述各层的所述层间差分数据给定块的块活动性、根据该块活动性产生用于判定与所述块对应的块的分割的分割判定标志、而在得到表示所述块活动性小于给定阈值的判定结果时，临时地产生用于使对应于所述块的多个下层块的分割中止的分割中止标志，同时，在得到表示所述多个下层块中至少一个块的所述块活动性成为大于给定阈值的判定结果时，将所述分割中止标志变更成为分割继续标志。

8. 根据权利要求4的一种图像编码装置，其特征是：

所述判定控制装置检测除分辨率最低的最上层数据外的所述各层数据全部块的块活动性、根据该块活动性产生用于判定所述各块的分割的分割判定标志、而在得到表示所述块活动性小于给定阈值的判定结果时，产生用于使所述块的分割中止的分割中止标志、同时，在得到表示所述块活动性成为大于给定阈值的判定结果时，产生用于使所述块的分割继续进行的分割继续标志。

9. 根据权利要求5的一种图像编码装置，其特征是：

所述判定控制装置检测除所述最上层外的所述各层的所述层间差分数据全部块的块活动性、根据该块活动性产生用于测定所述各块的分割的分割判定标志、而在得到表示所述块活动性小于给定阈值的判定结果时，产生用于使所述块的分割中止的分割中止标志，同时，在得到表示所述块活动性成为大于给定阈值的判定结果时，产生用于使所述块的分割继续进行的分割继续标志的判定控制装置，和

所述传送装置将所述每个块的判定标志与经过编码的最上层数据和经过编码的各层数据同时传送。

10. 权利要求4至9中任一项所述的图像编码装置，其特征是还具有以对下一层数据作加权平均处理来形成上一层数据的分层数据形成装置。

11. 权利要求 5、7 或 8 中所述图像编码装置，其特征是所述分层差分数据为所述分层数据与 $n-1$ 个下一层数据的差分数据。

12. 权利要求 2 至 9 中任一项所述图像编码装置，其特征是用作所述活动性的是最大值、平均值、绝对值和、标准偏差、 n 次方和。

13. 权利要求 2 至 9 中任一项所述图像编码装置，其特征是用作所述活动性的是具有超过给定阈值的值的数据。

14. 权利要求 4 至 9 中任一项所述图像编码装置，其特征是将所述阈值设定为随所述各层而不相同的值。

15. 根据权利要求 1 的一种图像编码装置，特征是在这种装置中，依次递归地产生由不同的多个分辨率构成的多个分层数据而对形成图像相互间具有相互关系的多个图像形成信号构成的输入图像信号进行编码，

所述判定分割装置是对除分辨率最低的最上层数据外的所述各层数据的给定块检测对应于所述多个图像形成信号中的第一信号的块活动性、根据该块活动性产生用于判定所述块或对应于所述块的下层块的分割的分割判定标志、而在得到表示所述块活动性小于给定阈值的判定结果时，产生用于使所述块或对应于所述块的下层块的分割中止的分割中止标志，同时，在得到表示所述块活动性成为大于给定阈值的判定结果时，产生用于继续进行所述块或对应于所述块的下层块的分割的分割继续标志、并且根据所述多个图像形成信号中的第二信号来决定所述阈值的判定控制装置。

16. 权利要求 1 5 中所述图像编码装置，其特征是所述第一信号为彩色信号，而所述第二信号为亮度信号。

17. 权利要求 1 6 中所述图像编码装置，其特征是所述第一信号为 RGB 信号。

18. 根据权利要求 1 的一种图像编码装置，其特征是还具有：

为将“已产生信息量”控制成目标值、根据所述各层数据的全部块的块活动性，检测作为块活动性判定基准的阈值的阈值检测装置，

且所述判定分割装置检测除分辨率最低的最上层数据外的所述各层数据给定块的块活动性、根据该块活动性与所述阈值相比较的结果判定所述块或对应于所述块的块的分割方法，同时，进行分割。

19. 根据权利要求 4 的一种图像编码装置，其特征是还具有：

个分层数据而对输入图像信号进行编码的图像编码装置中，设有判定控制装置，用以检测除分辨率最低的最上层数据外的各层数据给定块的块活动性，根据相应块活动性产生用作判定块分割的分割判定标志，而在得到表示块活动性小于给定阈值的判定结果时，临时产生使对应于该块的多个下层块分割中止的分割中止标志，同时，在得到表示多个下层块中至少一个块的块活动性成为高于给定阈值的判定结果时，将分割中止标志变换成用作继续分割的分割继续标志；并将每个块的判定标志与经过编码的各层数据同时传输的传输装置，从而，能够对用作判定块分割方法的分割判定标志进行重新评定。

在本发明中，为依次递归地产生由不同的多个分辨率构成的多个分层数据而对输入图像信号进行编码的图像编码装置中，设有判定控制装置，用以检测除分辨率最低的最上层数据外的各层数据的全部块的块活动性，根据相应块活动性产生用作判定各块分割的分割判定标志，而在得到表示块活动性小于给定阈值的判定结果时，产生使块分割中止的分割中止标志，同时，在得到表示块活动性成为大于给定阈值的判定结果时，产生用作继续进行块分割的分割继续标志；并将每个块的判定标志与经过编码的各层数据同时传输的传输装置，从而，能够独立地判定块分割方法。

在本发明中，为依次递归地产生由不同的多个分辨率构成的多个分层数据而对由为了形成图像相互间具有相互关系的多个图像形成信号构成的输入图像信号进行编码的图像编码装置中，设有判定控制装置，用以对除分辨率最低的最上层数据外的各层数据的给定块检测对应于多个图像形成信号中的第一信号的块活动性，根据该块活动性产生用作判定块或对应于块的下层块的分割方法的分割判

的分层编码处理。

28. 权利要求 1 9 至 2 4 中任一项所述图像编码装置，其特征是所述每一层中独立地决定所述阈值。

29. 权利要求 1 9 至 2 4 中任一项所述图像编码装置，其特征是预先准备所述每一层的所述阈值的组合。

30. 权利要求 1 9 至 2 4 中任一项所述图像编码装置，其特征是为算出“已产生信息量”，作成累加型频数分布表。

31. 权利要求 1 9 至 2 4 中任一项所述图像编码装置，其特征是在计算“已产生信息量”时，将块活动性的数限制为给定的极限值。

32. 权利要求 3 0 中所述图像编码装置，其特征是在作成累加型频数分布表时，对所述有关各层的块活动性的数设定不同的极限值。

33. 根据权利要求 1 的一种图像编码装置，其特征是
所述传送装置将由所述判定分割装置得到的分层编码数据、在传送固定长数据之后再传送可变长数据。

34. 权利要求 3 3 中所述图像编码装置，其特征是所述固定长数据由所述最上层数据和用于形成所述各层数据的图像形成信息构成，所述可变长数据由除所述最上层外的所述各层数据构成。

35. 权利要求 3 4 中所述图像编码装置，其特征是所述分层编码数据包含分割判定标志。

36. 根据权利要求 1 的一种图像编码装置，其特征是具有
所述传送装置在将由所述判定装置得到的所述最上层数据作为固定长数据传送之后，再将除所述最上层数据外的所述各层数据作为可变长数据加以传送。

37. 权利要求 3 6 中所述图像编码装置，其特征是所述固定长数据包含分割判定标志。

38. 一种图像编码方法，在这种方法中，为递归地产生由不同的多个分辨率构成的多个分层数据而对输入图像信号进行编码，其特征是：

判定对应于图像数据特性的自适应的块分割的方法、按照该判定结果对所述图像数据进行分割；

将由所述判定分割装置得到的分层编码数据加以传送。

39. 根据权利要求 38 的一种图像编码方法，其特征是：

图 2 为表示与图 1 的图像编码装置相应的图像解码装置的方框图;

图 3 为对按照本发明的分层编码原理提供说明的简图;

图 4 为表示利用图 3 分层编码原理的 HD 标准图像的自适应分割结果的图表;

图 5 为表示利用图 3 分层编码原理的 HD 标准图像的各层信号电平标准偏差的图表;

图 6 为表示按照本发明的图像编码装置第一实施例的方框图;

图 7 为表示分层编码中分层数据构造的简图;

图 8 为表示第一实施例的图像解码装置的方框图;

图 9 为表示有关第一实施例的其它实施例的方框图;

图 10 为表示按照本发明的图像编码装置第二实施例的方框图;

图 11 为表示按照本发明的图像编码装置第三实施例的方框图;

图 12 为表示图 11 的分层编码用的编码器单元的方框图;

图 13 为表示图 12 的解码器的方框图;

图 14 为表示图 12 的编码器的方框图;

图 15 为供说明分层结构的简图;

图 16 为表示“已产生信息量”控制单元的方框图;

图 17 为表示各层的频数分布表的特性曲线;

图 18 为表示有关各层可以得到的阈值组合的表;

图 19 为表示累加型频数分布表的特性曲线;

图 20 为表示累加型频数分布表的特性曲线;

图 21 为表示频数分布表的特性曲线;

图 22 为表示累加型频数分布表的特性曲线;

大于给定阈值的判定结果时，产生用于使所述块的分割继续进行的分割继续标志；和

将所述每个块的判定标志与经过编码的各层数据同时传送。

44. 根据权利要求43的一种图像编码方法，特征是在这种方法中，为依次递归地产生由不同的多个分辨率构成的多个分层数据而对输入图像信号中分辨率最低的最上层数据和除该最上层数据外的各层数据与相邻上一层数据的差分值构成的多层的分层差分数据进行编码；和

将所述每个块的判定标志与经过编码的最上层数据和经过编码的各层数据同时传送。

45. 根据权利要求38的一种图像编码方法，特征在于在这种方法中，为依次递归地产生由不同的多个分辨率构成的多个分层数据而对为形成图像相互具有相互关系的多个图像形成信号所构成的输入图像信号进行编码，

对除分辨率最低的最上层数据外的所述各层数据给定块检测对应于所述多个图像形成信号中的第一信号的块活动性、根据该块活动性产生用于判定所述块或对应于所述块的块的分割方法的分割判定标志、而在得到表示所述块活动性小于给定阈值的判定结果时，产生用于使所述块或对应于所述块的下层块的分割中止的分割中止标志，同时，在得到表示所述块活动性成为大于给定阈值的判定结果时，产生用于继续进行所述块或对应于所述块的下层块的分割的分割继续标志、并且根据所述多个图像形成信号中的第二信号来决定所述阈值。

46. 根据权利要求38的一种图像处理方法，其特征是：

为将“已产生信息量”控制成目标值、根据所述各层数据的全部块的块活动性，检测作为块活动性判定基准的阈值；

检测除分辨率最低的最上层数据外的所述各层数据给定块的块活动性、根据该块活动性与所述阈值相比较的结果判定所述块或对应于所述块的下层块的分割方法，同时，进行分割；

将由所述判定分割装置得到的分层编码数据传送。

47. 根据权利要求39的一种图像编码方法，其特征是：

根据与基于所述块活动性检测出的每一层中的各块活动性对应的块频数的分布状态，检测除分辨率最低的最上层数据外的所述各层数据给

图 47 为表示使用限幅值的累加型频数分布表的特性曲线;
图 48 为表示分层编码处理的流程图;
图 49 为表示按照本发明的图像编码装置第六实施例的方框图;
图 50 为表示图 49 的分层编码用的编码器单元的方框图;
图 51 为表示图 50 的编码器的方框图;
图 52 为供说明分层结构的简图;
图 53 为表示彩色信号分割结果的信号波形图;
图 54 为表示分层编码处理的流程图;
图 55 为表示按照本发明的图像编码装置第七实施例的方框图;

和

图 56 为表示传输块的数据结构概念的平面图。

用来实施本发明的最佳方式

下面对照附图对本发明的实施例作详细说明。

[1] 分层编码的原理

图 3 从整体上, 作为按照本发明分层编码的原理, 表示例如把高清晰度电视信号等静止图像分层编码以后进行压缩的情况。在这种分层编码中, 以下一层数据的简单算术平均来产生上一层数据, 使应该传送的下一层数据减少, 来实现不增加信息量的分层结构。而且在由上一层数据解码下一层数据时, 根据每个块的活动性, 自适应地控制分割, 从而削减平坦部分的信息量。

这里所说的活动性 (activity), 在将对应于上一层数据的下一层数据区域定义为“块”的情况下, 是指以给定块内层间差分数据 D41~D44 的最大值、平均值、绝对值和、标准偏差或 n 次方和等表示的相关值。也就是说, 在活动性低时, 该块可以称为平坦块。

图 23 为表示按照本发明的图像编码装置第四实施例的方框图;
图 24 为表示图 23 的分层编码用的编码器单元的方框图;
图 25 为表示图 24 的编码器的方框图;
图 26 为表示“已产生信息量”控制单元的方框图;
图 27 为表示各层的频数分布表的特性曲线;
图 28 为说明频数分布表示例的特性曲线;
图 29 为说明频数分布表示例的特性曲线;
图 30 为说明频数分布表示例的特性曲线;
图 31 为表示频数分布表的特性曲线;
图 32 为表示累加型频数分布表的特性曲线;
图 33 为表示使用限幅值的频数分布表的特性曲线;
图 34 为表示使用限幅值的累加型频数分布表的特性曲线;
图 35 为表示分层编码处理程序的流程图;
图 36 为表示按照本发明的图像编码装置第五实施例的方框图;
图 37 为表示图 36 的分层编码用的编码器单元的方框图;
图 38 为表示图 37 的编码器的方框图;
图 39 为表示“已产生信息量”控制单元的方框图;
图 40 为表示各层频数分布表的特性曲线;
图 41 为说明频数分布表示例的特性曲线;
图 42 为说明频数分布表示例的特性曲线;
图 43 为说明频数分布表示例的特性曲线;
图 44 为表示频数分布表的特性曲线;
图 45 为表示累加型频数分布表的特性曲线;
图 46 为表示使用限幅值的频数分布表的特性曲线;

定块的块活动性和作为所述块活动性的判定基准的阈值。

48. 根据权利要求40的一种图像编码方法，其特征是：

根据与基于所述块活动性检出的每一层中的各块活动性对应的块频数的分布状态，检测除分辨率最低的最上层数据外的所述各层数据给定块的块活动性和作为所述块活动性的判定基准的阈值。

49. 根据权利要求41的一种图像编码方法，其特征是：

根据与基于所述块活动性检出的每一层中的各块活动性对应的块频数的分布状态，检测除分辨率最低的最上层数据外的所述各层数据给定块的块活动性和作为所述块活动性的判定基准的阈值。

50. 根据权利要求42的一种图像编码方法，其特征是：

根据与基于所述块活动性检出的每一层中的各块活动性对应的块频数的分布状态，检测除分辨率最低的最上层数据外的所述各层数据给定块的块活动性和作为所述块活动性的判定基准的阈值。

51. 根据权利要求43的一种图像编码方法，特征在于：

根据与基于所述块活动性检出的每一层中的各块活动性对应的块频数的分布状态，检测除分辨率最低的最上层数据外的所述各层数据给定块的块活动性和作为所述块活动性的判定基准的阈值。

52. 根据权利要求44的一种图像编码方法，其特征是：

根据与基于所述块活动性检出的每一层中的各块活动值性对应的块的频数的分布状态，检测除分辨率最低的最上层数据外的各层数据给定块的块活动性和作为所述块活动性的判定基准的阈值。

53. 根据权利要求38的一种图像编码方法，其特征是：

将根据该判定结果得到的分层编码数据、在传送固定长数据之后再传送可变长数据。

54. 根据权利要求38的一种图像编码方法，其特征是：

在将根据该判定结果得到的所述最上层数据作为固定长数据传送之后，再将除所述最上层数据外的所述各层数据作为可变长数据传送。

而在对下一层数据进行的层间差分数据编码中, 根据上一层数据的活动性, 将其量化特性在每个块中进行无附加码的切换, 这样来实现高效率。

亦即, 在这种分层编码的分层结构中, 首先, 将输入的高清晰度电视信号选作最下层数据, 对此最下层数据中 2 行×2 像素的小块中的 4 像素 $X_1 \sim X_4$ 按下式取算术平均值,

$$m = (X_1 + X_2 + X_3 + X_4) / 4 \quad (1)$$

将值 m 作为上一层数据的值。在其下一层数据中, 如下式所示那样,

$$\Delta X_i = X_i - m \quad (\text{但是}, i = 1 \sim 3) \quad (2)$$

仅以 3 个像素来考虑与上一层数据的层间差分数据, 从而构成与原本 4 个像素信息量相同的分层结构。

另一方面, 在解码下一层数据时, 如下所示那样,

$$E[X_i] = \Delta X_i + m \quad (i = 1 \sim 3) \quad (3)$$

3 像素 $X_1 \sim X_3$ 均以在上层数据的平均值 m 上加各自的层间差分数据 ΔX_i , 求出解码值 $E[X_i]$, 剩下的一个像素则如下式所示那样,

$$E[X_4] = mX_4 - E[X_1] - E[X_2] - E[X_3] \quad (4)$$

以由上一层数据平均值 m 中减去下一层数据的 3 个解码值来确定解码值 $E[X_4]$ 。其中 $E[\quad]$ 表示解码值。

这里的这种分层编码中, 虽然由上一层向下一层分辨率及数据量逐层呈 4 倍增长, 但在平坦部分中, 依靠禁止进行这种分割而削减其冗余度。指明是否进行分割的标志采取以块为单位的 1 个比特。下一层中分割必要性的判断, 以作为局部活动性的、例如用层间差分数据的最大值来判断。

作为这种分层编码的举例, 利用 ITE 的 HD 标准图像 (Y 信

号), 把分割成 5 层以后再编码时的自适应分割结果示于图 4。图中所示虽然是在改变最大层间差分数据的阈值时各层像素数与原本像素数之比, 但可以看出, 基于空间相关的冗余度降低的情况。削减效率虽然随图像改变, 但在使最大层间差分数据的阈值改变 1~6 倍时, 平均削减率达 28~69 [%]。

实际上, 以上一层数据分辨率的 4 倍来生成下一层数据, 这时, 依靠将来自上一层数据的层间差分数据编码, 下层数据中信号电平的范围能够有效地削减。将按照上述对图 4 进行的分层编码作成 5 层, 示于图 5, 其中分层由下层数起, 第 1~5 层。与原图像的 8 比特 PCM 数据相比, 可看出信号电平范围削减的情况。特别是像素数多的第 1~4 层, 因为是层间差分数据, 所以, 能够大幅度削减, 提高以后量化时的效率。由图 5 可看出, 削减率对画样的依赖关系很小, 而且, 这对所有图像都是有效的。

依靠利用下一层数据的平均值来产生上一层数据, 使误差传播局限于块内, 并将下一层数据变换成来自上一层数据平均值的差分, 这样, 就能兼备效率也高。实际上, 在分层编码中, 同一空间位置上的层间活动性有相关性, 由上一层数据的量化结果决定下一层数据的量化特性, 从而能实现无须将发送端(编码侧)所用的量化信息传送到接收端(解码侧)上的自适应量化器(但是, 初始值除外)。

实际上, 基于上述 5 层的分层结构对图像进行分层编码以多个分辨率来表达, 进行利用分层结构的自适应分割和自适应量化, 这样就能将各种 HD 标准图像(8 比特的 $Y/P_B/P_R$) 压缩到 1/8 左右。被考虑用于自适应分割的各块附加码, 为提高压缩效率, 在各层均进行游程长度编码。这样在各层均可得到图像质量足够好的图像, 从而最后

在最下层也能得到无视觉劣化的良好的图像。

[2] 第一实施例

(1) 第一实施例的图像编码装置

在图 6 中, 140 从整体上表示按照本发明的图像编码装置, 将例如高清晰度电视信号等静止图像作为输入图像数据 D131 采用上述分层编码方法分割成 5 层, 同时对该结果所得到的最下层数据以及第 4 层的层间差分数据进行编码。实际上, 在图像编码装置 140 中, 输入图像数据 D131 输入到第一差分电路 141 和第一平均电路 142。

第一平均电路 142, 如图 7 中所示, 由最下层, 即第一层数据构成的输入图像数据 D131 的 4 像素 $X1(1) \sim X4(1)$, 生成第二层数据 D132 的像素 $X1(2)$ 。与此第二层数据 D132 的像素 $X1(2)$ 相邻的像素 $X2(2) \sim X4(2)$ 也同样地由第一层数据 D131 的 4 像素平均来生成。第二层数据 D132 输入到第二差分电路 143 及第二平均电路 144。第二平均电路 144 由例如第二层数据 D132 的像素 $X1(2) \sim X4(2)$ 的 4 像素平均来生成第三层数据 D133 的像素 $X1(3)$ 。与此第三层数据 D133 的像素 $X1(3)$ 相邻的像素 $X2(3) \sim X4(3)$ 也同样由第二层数据 D132 的 4 像素平均来生成。

而第三层数据 D133 输入到第三差分电路 145 及第三平均电路 146。第三平均电路 146 也与上述同样利用第三层数据 D133 的像素 $X1(3) \sim X4(3)$ 的 4 像素平均来生成第四级数据 D134 的像素 $X1(4) \sim X4(4)$ 。此第四层数据 D134 输入到第四差分电路 147 和第四平均电路 148。第四平均电路 148 也与上述同样利用第四层数据 D134 的像素 $X1(4) \sim X4(4)$ 的 4 像素平均来生成成为最上层即第五层数据

D135。

实际上,此第一~第五层数据 D131~D135 块的大小,假定最下层,即第一层数据 D131 的块大小是 1×1 ,则第二层数据 D132 为 $1/2 \times 1/2$,第三层数据 D133 为 $1/4 \times 1/4$,第四层数据 D134 为 $1/8 \times 1/8$,而最上层数据即第五层数据 D135 为 $1/16 \times 1/16$ 。

为此,5 层数据 D131~D135 中除最上层即第五层数据 135 外的第一~第四层数据,按上述 (2) 式那样,以第一、第二、第三及第四差分电路 141、143、145 及 147 相互进行差分运算,由此运算结果生成层间差分数据 D140、D141、D142 及 D143。

实际上,首先,是在第四差分电路 147 中进行第五层数据 D135 与第四层数据 134 间的差分运算,生成第四层的层间差分数据 D143,然后,在第三差分电路 145 中进行第四层数据 D134 与第三层数据 133 的差分运算,生成第三层的层间差分数据 D142。再后,在第二差分电路 143 中进行第三层数据 D133 与第二层数据 D132 的差分运算,生成第二层的层间差分数据 D141,最后,在第一差分电路 141 中进行第二层数据 D132 与第一层数据 D131 的差分运算,生成第一层的层间差分数据 D140。

这样,在本实施例图像编码装置 140 中,顺序生成第五层数据 D135、第四层~第一层的层间差分数据 D143~D140。此时,在图像编码装置 140 中,按照上述 (2) 式那样,对上一层数据相关连地生成下一层数据,利用编码器 154~157,由于减少了与上一层 1 像素相对应的下一层 4 像素中的 1 像素,所以,不增加作为编码对象的像素数,这样,在将图像数据分解成多层以后再进行编码的情况下,也能避免压缩效率的降低。

这些层间差分数据 D140~D143 分别输入到分割控制电路150、151、152 和 153。分割控制电路 150~153 由上一层的层间差分数据 D143~D140 中每次都来判定表示层间差分数据D140~D143 中的给定块是否是平坦部分的块活动性与阈值Tha 的关系, 以确定是否传送下面的层间差分数据 D142~D140。例如, 假定第四层的层间差分数据 D143 的块内的活动性为 A, 如满足下式

$$A < Th_a \quad (5)$$

就判定图像数据为平坦部分并且是难以发生图像质量劣化的块, 即设定表示不予传送的判定标志 F。这样, 分割控制电路 150~153 对各层的层间差分数据 D140~D143 的全部块, 每次都来判定块活动性与阈值Tha 的关系, 并将表示是否传送对应块的判定标志 F 输出到控制码产生电路 159。

与此同时, 分割控制电路 153 将控制信号 C3 输出到第三层分割控制电路 152。结果, 第三层分割控制电路 152 无条件地中止层间差分数据 D142 的传送。第三、第二层分割控制电路 152 一接受表示无条件中止传送的控制信号 C3、C2, 就将其分别照原样地作为控制信号 C2、C1 向下层的分割控制电路 151、150 输出。由此, 在分割控制电路 153~150 的控制下, 无条件中止下面全部层的层间差分数据 D142~D140 的传送。

这样, 由分割控制电路 150~153 输出的各层的层间差分数据 D140~D143 输出到编码器 154~157。而最上层, 即第五层数据 D135 照原样输出到编码器 158。编码器 154~157 采用适宜于差分数据编码的非线性编码方法, 对层间差分数据 D140~D143 进行压缩编码以后, 由此生成第一~第四层压缩编码数据 D145~D148。而

编码器 158 采用适宜于由平均值数据构成的图像数据编码的线性编码方法,对第五层数据 D138 进行压缩编码以后,由此生成第五层压缩编码数据 D149。

由各分割控制电路 150~153 输出的判定标志 F 输入到控制码产生电路 159。借此,控制码产生电路 159 生成由各层和各块每个判定标志 F 构成的控制码 D150。此控制码 D150 及第一~第五层压缩编码数据 D145~D149 在经过游程长度编码等编码以后,由给定的传送数据形成单元(图中未示出)成帧以后,输出到传输通道。

这样传送出去的第一~第五层压缩编码数据 D145~D149 以及控制码 D150 由图 8 所示的图像解码装置 160 解码。亦即,第一~第五层压缩编码数据 D145~D149 分别输入到具有与编码器 154~158 编码作用相反的解码功能的解码器 161~165。结果,分别由解码器 161~164 解码的第一~第四层的层间差分数据 D151~D154,分别通过第一~第四层的分割控制电路 170~173,输入到第一~第四加法器 175~178。

而第五层压缩编码数据 D149 由解码器 165 解码,结果得到的第五层数据 D155 照原样输出,同时,输入到第四加法电路 178。第四加法电路 178 将第五层数据 D155 与第四层的层间差分数据 D154 相加,恢复第四层数据 D159,将其输出,同时,送到第三加法电路 177。

同样地,第三加法电路 177 将经过恢复的第四层数据 D159 与第三层的层间差分数据 D153 相加,以恢复第三层数据 158,将其输出,同时,送到第二加法电路 176。下面同样地,由第二、第一加法电路 176、175 恢复第二层数据 D157、第一层数据 D156,从而输出第一

~ 第四、第五层数据 D156~D159、D155。

控制码 D150 输入到控制码分析电路 166。控制码分析电路 166 根据所输入的控制码 D150 分析是否发生了层间差分数据的中止传送，将此分析结果作为传送中止标志 F 送出到分割控制电路 170~173。分割控制电路 170~173 根据所输入的传送中止标志 F，一检出发生 3 层间差分数据的传送中止时，即产生例如作为空数据的、值为“0”的层间差分数据来代替层间差分数据，将其送出到加法电路 175~178。

这样，在图像编码装置 140 中，按照层间差分数据的块活动性，不传送不需要的块的层间差分数据，依靠只传送表示传送中止的控制数据，就能够在图像解码装置 160 中根据控制数据准确地恢复分层数据。

如按照上述构成，对除最上层外的各层的层间差分数据的给定块判定块活动性，在块活动性不足给定的阈值时，作为与相邻下一层的层间差分数据中的块对应的多个下层块的判定标志设定分割中止标志，同时，中止此多个下层块的块活动性的判定及此多个下层块的传送，并将每个块的判定标志与编码代码同时传送，这样，就能按照层间差分数据的块活动性，不传送不需要的块的编码数据，从而能够实现减少编码量、提高编码数据压缩率的图像编码方法和图像编码装置。

(2) 有关第一实施例的其它实施例

(2-1) 上述实施例中所描述的虽然是判定层间差分数据中的块活动性，在块活动性不足给定的阈值时，送出指明中止下层分割的控制信号 C1、C2、C3，同时，作为与下层的层间差分数据中的块对应

的多个下层块的判定标志设定分割中止标志并中止传送的情况, 但本发明并不局限于此, 如图 9 所示那样, 在块活动性不足给定的阈值时, 在发出指明中止下层分割的控制信号 C1、C2、C3 的同时, 作为与下层的层间差分数据中对应于块的多个下层块的判定标志一旦设定分割中止标志, 而此多个下层块中的任一块的块活动性成为给定的阈值以上时, 就向上一层的分割控制电路 51、52 或 53 送出重新进行分割的控制信号 C4、C5、C6, 同时, 将分割中止标志变更为分割继续标志, 也可以把每个块的判定标志与编码代码同时传送。

顺便说一下, 为实现上述过程, 在有关图 6 上述图像编码装置中, 在分割控制电路中对全部层间差分数据进行块活动性判定, 在即使是由上层分割控制电路输入中止传送控制数据的情况下, 在检出块活动性成为大于阈值时, 也可由下层分割控制电路对上层分割控制电路送出将中止传送变更为继续传送的指令。

(2-2) 上述实施例中所描述的虽然是, 将图像数据依次递归地分割成由不同的多个分辨率构成的多个分层数据, 对分辨率最低的最上层数据以及由除此最上层数据外的各层数据与相邻上一层数据的差分值构成的多个分层的层间差分数据进行编码的情况, 但本发明并不局限于此, 它也能应用于将图像数据依次递归地分割为由不同的多个分辨率构成的多个分层数据以后, 再进行编码的情况。这时, 如果对分层数据块也进行块活动性的判定, 来代替对层间差分数据进行的话, 也能实现与上述实施例同样的效果。

(2-3) 另外, 在上述实施例中所描述的虽然是, 判定块内最大值与阈值的关系作为块活动性的情况, 但本发明并不局限于此, 亦可以是判定块内的平均值、绝对值和、标准偏差、 n 次方和等与阈值的

关系作为块活动性,而且,还可以采用在块内超过给定阈值的数据的频数,也能实现与上述实施例同样的效果。

(2-4) 上述实施例中所描述的虽然是,在分割成多个分层数据时,由图像数据或相邻的下一层数据的每个给定块的算术平均值递归地形成依次相邻的上一层数据的情况,但本发明并不局限于此,也可以依靠附加了给定的权值以后取平均的加权平均值,递归地形成相邻的上一层数据,而且,还可以应用依靠提取等其他方法递归地形成上一层数据。

(2-5) 上述实施例中所叙述的虽然是,判定块内的块活动性,中止下一层数据传送的情况,但是否中止传送并不限于块活动性,也可以利用图像数据的其它特性,如果这样地与图像数据的特性对应地进行自适应的块分割,也可以改善编码效率。

(3) 如按上述那样根据本发明,利用递归的分层形式表示图像数据以后进行分层编码时,依靠进行与图像数据特性对应的自适应的块分割以后再进行编码,同时,将这种分割结果得到的分层编码数据加以传送以自适应地进行下一层的块分割,就可以实现能削减图像平坦部分等信息量的图像编码方法和图像编码装置。

对除分辨率最低的最上层数据外的分层数据的给定块判定块活动性,在块活动性不足给定的阈值时,作为与相邻下一层数据中的块对应的多个下层块的判定标志设定分割中止标志,同时,中止此多个下层块的块活动性的判定及此多个下层块的传送,并将每个块的判定标志与编码代码同时传送,这样,就能按照分层数据的块活动性,能不传送不需要的块的编码数据,从而能够实现减少编码量、提高编码数据压缩率的图像编码方法和图像编码装置。

对除最上层外的各层的层间差分数据的给定块判定块活动性,在块活动性不足给定的阈值时,作为与相邻下一层的层间差分数据中的块对应的多个下层块的判定标志设定分割中止标志,同时,中止此多个下层块的块活动性的判定及此多个下层块的传送,并将每个块的判定标志与编码代码同时传送,这样,就能按照层间差分数据的块活动性,能不传送不需要的块的编码数据,从而能够实现减小编码量、提高编码数据压缩率的图像编码方法和图像编码装置。

对除分辨率最低的最上层数据外的分层数据中的给定块判定块活动性,在块活动性不足给定的阈值时,作为与相邻下一层数据中的块对应的多个下层块的判定标志一旦设定分割中止标志,而此多个下层块中的任一块的块活动性成为给定的阈值以上时,即将分割中止标志变更为分割继续标志,并将每个块的判定标志与编码代码同时传送,这样,就能按照分层数据的块活动性提早防止图像质量的劣化,判断块的必要性,能不传送不需要的编码数据,从而能够实现减少编码量、提高编码数据压缩率的图像编码方法和图像编码装置。

对除最上层外的各层的层间差分数据的给定块判定块活动性,在块活动性不足给定的阈值时,作为与相邻下一层数据中的块对应的多个下层块的判定标志一旦设定分割中止标志,而此多个下层块中的任一块的块活动性成为给定的阈值以上时,即将分割中止标志变更为分割继续标志,并将每个块的判定标志与编码代码同时传送,这样,就能按照层间差分数据的块活动性提早防止图像质量的劣化,判断块的必要性,能不传送不需要的编码数据,从而能够实现减少编码量、提高编码数据压缩率的图像编码方法和图像编码装置。

[3] 第二实施例

(1) 第二实施例图像编码装置

图 10 表示第二实施例, 其中与图 6 对应的部分标以相同的符号。图中图像编码装置 90 的分割控制电路 150~153 对各层的层间差分数据 D140~D143 的各块每次都来判定表示层间差分数据 D140~D143 中的给定块是否是平坦部分的块活动性与阈值 Th_a 的关系, 以确定是否传送该层间差分数据 D140~D143 的对应块的处理。

例如, 假定第四层的层间差分数据 D143 的块内的活动性为 A , 如满足下式:

$$A < Th_a \quad (6)$$

就判定图像数据为平坦部分并且是难以发生图像质量劣化的块, 即设定表示不传送该块的判定标志 F 。这样, 分割控制电路 150~153 对各层的层间差分数据 D140~D143 的全部块, 每次都来判定块活动性与阈值 Th_a 的关系, 并将表示是否传送对应的块的判定标志 F 输出到控制码产生电路 159。

这样, 由分割控制电路 150~153 输出的各层的层间差分数据 D140~D143 输出到编码器 154、155、156 和 157, 而最上层, 即第五层数据 D135 照原样送出到编码器 158。编码器 154、155、156 和 157 采用适宜于差分数据编码的非线性编码方法, 对层间差分数据 D140~D143 进行压缩编码以后, 由此生成第一~第四层压缩编码数据 D145~D148。而编码器 158 采用适宜于由平均值数据构成的图像数据编码的线性编码方法, 对第五层数据 D135 进行压缩编码以后, 由此生成第五层压缩编码数据 D149。此第一~第五层压缩编码数据 D145~D149 及控制码由给定的传送数据形成单元 (图中未示出) 成

帧以后,输出到传输通道。

这样,在图像编码装置 190 中,判定层间差分数据的块活动性,不传送不需要的块,依靠只传送表示传送中止的控制数据,就能够在图像解码装置 160(图 8)中根据控制数据准确地恢复分层数据。

如按照上述构成,对除最上层外的各层的层间差分数据的全部块,每次都判定块活动性,按照此判定结果来选择对块内层间差分数据的处理,从而能以个别地控制来削减块内“已产生信息量”,因此就能提高在对图像数据进行分层编码时的压缩率。

(2) 有关第二实施例的其它实施例

(2-1) 上述实施例中所描述的虽然是,将图像数据依次递归地分割为由不同的多个分辨率构成的多个分层数据,对分辨率最低的最上层数据以及由除此最上层数据外的各层数据与相邻上一层数据的差分值构成的多个分层的层间差分数据进行编码的情况,但本发明并不局限于此,它也能应用于将图像数据依次递归地分割成由不同的多个分辨率构成的多个分层数据以后,再进行编码的情况。这时,如果对分层数据块也进行块活动性的判定,来代替对层间差分数据进行的话,也能实现与上述实施例同样的效果。

(2-2) 上述实施例中所描述的虽然是判定块内最大值与阈值的关系作为块活动性的情况,但本发明并不局限于此,也可以是判定块内的平均值、绝对值和、标准偏差、 n 次方和等与阈值的关系作为块活动性,而且,还可以采用在块内超过给定阈值的数据的频数,也能实现与上述实施例同样的效果。

(2-3) 上述实施例中所描述的虽然是在分割成多个分层数据时,由图像数据或相邻的下一层数据的每个给定块的算术平均值递

归地形成依次相邻的上一层数据的情况,但本发明并不局限于此,亦可以依靠附加了给定的权值以后取平均的加权平均值,递归地形成相邻的上一层数据,而且,还可以应用依靠提取等其它方法递归地形成上一层数据。

如上述那样地按照本发明,对除分辨率最低的最上层数据外的全部块,每次都判定块活动性,按照此判定结果来选择对块内分层数据的处理,从而能以个别地控制来削减块内“已产生信息量”,从而能够实现对图像数据进行分层编码时能够提高压缩率的图像编码方法和图像编码装置。

而且,对除最上层外的各层的层间差分数据的全部块,每次都判定块活动性,按照此判定结果来选择对块内层间差分数据的处理,从而能以个别地控制来削减块内“已产生信息量”,从而能够实现能对图像数据进行分层编码时能够提高压缩率的图像编码方法和图像编码装置。

[4] 第三实施例

(1) 第三实施例图像编码装置

图 11 中所示的第三实施例的图像编码装置 40, 由对输入图像数据 D31 进行分层编码并输出的分层编码用的编码器单元 40A, 和对分层编码用的编码器单元 40A 中“已产生信息量”加以控制使其到达目标值的“已产生信息量”控制单元 40B 构成。

分层编码用的编码器单元 40A 由数据延迟用的存储器(图中未示出)和编码器构成。其中,存储器设置在输入级中,该输入级能将数据延迟,使得在“已产生信息量”控制单元 40B 中确定最佳控制值以前不进行编码处理。

另一方面, 这样来构成“已产生信息量”控制单元 40B, 即在输入图像数据输入以后, 决定适合于处理对象数据的阈值 TH, 将使分层编码用的编码器单元 40A 中输入图像数据能高效率编码那样决定的最佳控制值传送到编码器。即构成所谓的前馈型缓冲。利用这种结构就能够消除正确的“已产生信息量”控制和前馈型缓冲所引起的时间延迟。

(2) 分层编码用的编码器单元 40A

(2-1) 块的构成

分层编码用的编码器单元 40A 如图 12 中所示构成, 在此实施例中, 分五层处理。

首先, 输入图像数据 D31 输入到第一差分电路 41 和第一平均电路 42。第一平均电路 42 由输入图像数据 D31 (亦即第一层数据——最下层数据) 的 4 像素平均生成第二层数据 D32。在此实施例的情况下, 第一平均电路 42 如图 15 (D) 及 (E) 中所示那样, 由输入图像数据 D31 的 4 像素 $X1(1) \sim X4(1)$ 生成第二层数据 D2 的像素 $X1(2)$ 。

第二层数据 D32 的与像素 $X1(2)$ 相邻的像素 $X2(2) \sim X4(2)$ 也同样地由求第一层像素 D31 的 4 像素的平均来生成。

第二层数据 D32 输入到第二差分电路 43 和第二平均电路 44, 第二平均电路 44 由第二层数据 D32 的 4 像素平均生成第三层数据 D33。例如, 由图 15 (C) 和 (D) 中所示的第二层数据 D32 的像素 $X1(2) \sim X4(2)$ 生成第三层数据 D33 的像素 $X1(3)$, 同时, 与像素 $X1(3)$ 相邻的像素 $X2(3) \sim X4(3)$ 也同样地由第二层数据 D32 的 4 像素平均生成。

第三层数据 D33 输入到第三差分电路 45 和第三平均电路 46,

第三平均电路 46 和上述情况一样地, 如图 15 (B) 及 (C) 所示, 由第三层数据 D33 的 4 像素的平均生成由像素 $X1(4) \sim X4(4)$ 构成的第四层数据 D34。

第四层数据 D44 输入到第四差分电路 47 和第四平均电路 48, 第四平均电路 48 由第四层数据 D34 的 4 像素平均生成构成最上层即第五层数据 D35。亦即, 如图 15 (A) 和 (B) 所示, 依靠求第四层数据 D34 的 4 像素 $X1(4) \sim X4(4)$ 的平均值生成第五层数据 D35 的像素 $X1(5)$ 。

这里, 第一~第五层数据 D31~D35 的块的大小, 假定最下一层即第一层数据 D31 的数据块大小为 1 行 \times 1 像素, 第二层数据 D32、第三层数据 D33、第四层数据 D34、和最上层即第五层数据 D35 分别成为 $1/2$ 行 \times $1/2$ 像素、 $1/2$ 行 \times $1/4$ 像素、 $1/8$ 行 \times $1/8$ 像素和 $1/16$ 行 \times $1/16$ 像素。

分层编码用的编码器单元 40A 由第一~第五层数据 D31~D35 中最上层数据 (即第五层数据 D35) 开始反复地依次进行递归处理以后, 在差分电路 41、43、45、47 中求相邻两层数据间的差分, 而后仅将差分数据由编码器 51~55 进行压缩编码。这样, 分层编码用的编码器单元 40A 对传送到传送通路的信息量进行压缩。而分层编码用的编码器单元 40A, 按 (2) 式上述那样, 利用编码器 51~54 减少与上一层 1 像素对应的下一层 4 像素中的一个像素, 以此来减少传输数据量。

为了最佳地保持这样的压缩条件, 分层编码用的编码器单元 40A 依靠解码器 56~59 将每一层得到的传送数据 D51~D55 解码。

其中对应于最上层的解码器 59, 由传送数据 D55 中把对应于在

编码器 55 中已压缩编码的第五层数据 D35 的解码数据 D48 解码, 并将其送到第四层差分电路 47。

与此相反, 其他解码器 51~54 则分别根据表示分割/不分割的标志切换解码操作。亦即, 在进行分割处理的情况下, 由作为传送数据 D52~D54 传送的差分数据中经解码处理来解码上层数据 (即第四、第三、第二层数据), 并分别送到第三层差分电路 45、第二层差分电路 43、第一层数据 41。

这样, 由各差分电路 41、43、45、47 就能得到相邻层间的差分数据 D41、D42、D43、D44。

实际上, 解码器 58、57、56 如图 13 中所示那样地构成。这里, 为简单起见只对解码器 58 予以说明。解码器 58 在解码电路 58A 中接受第四层压缩编码数据 D54 并将其解码。其结果就是由解码电路 58A 得到例如图 15 所示 $X1(4) - X1(5)$ 、 $X2(4) - X1(5)$ 、 $X3(4) - X1(5)$ 的输出值。此输出值在接着的加法电路 58B 中与恢复数据 D48 相加, 由此得到输出值 $X1(4)$ 、 $X2(4)$ 、 $X3(4)$ 。差分值生成电路 58C 利用 $X1(4)$ 、 $X2(4)$ 、 $X3(4)$ 及 $X1(5)$, 按 (4) 式进行运算, 以此生成非传送像素 $X4(4)$ 。由接着的合成电路 58D 生成差分前的第四层数据 $X1(4)$ 、 $X2(4)$ 、 $X3(4)$ 、 $X4(4)$, 将其送到差分电路 45。

各层对应的编码器 51~54 输入由差分电路 41、43、45、47 和平均电路 48 得到的差分数据 D41、D42、D43、D44 或第五层数据 D35, 对各块得到的活动性与阈值的关系进行判定和分割选择处理。

此时, 编码器 51~54, 在处理对象为分割块的情况下, 对层间得到的差分数据按原样进行压缩编码, 同时, 对各块附加分割判定标志并予传送。

与此相反, 编码器 51~54, 在处理对象为不分割块的情况下, 就将这种块在接收侧作为以上层数据替换的信号而排除于编码对象之外。顺便说一下, 在这种情况下, 也对各块附加分割判定标志并予传送。

由此 5 组编码器 51~55 输出的第一~第五层压缩编码数据 D51~D55, 由给定的传送数据形成单元(图中未示出)成帧并输出到传送通路。

这里, 编码器 51、52、53 和 54 如图 14 中所示那样地构成。为简单起见图 14 中只表示编码器 52 和 53 的结构。

亦即, 差分数据 D42、D43 分别输入到编码器 52、53 的编码电路 52A、53A。差分数据 D42、D43 还分别输入到分割控制单元 52B、53B 的活动性检测电路 52C、53C。活动性检测电路 52C、53C 检出差分数据 D42、D43 的每个给定块的活动性, 将由此得到的检测结果送到接着的阈值判定电路 52D、53D。阈值判定电路 52D、53D 将每个块的活动性检测结果与由“已产生信息量”控制单元 40B 送出的阈值数据 D57 相比较, 并将由此得到的判定结果输出到编码电路 52A、53A。编码电路 52A、53A 根据阈值判定结果, 对活动性高的块进行压缩编码以后再予传送, 与此相反, 对活动性低的块则不予传送。

(2-2) 处理

下面说明依靠分层编码用的编码器单元 40A 的具体的信号处理。

首先, 考虑按照基于层间差分值的块活动性, 选择对层间差分值的处理的情况。并假定各块由 2 行×2 像素构成。

这里, 假定各像素的数据值为 X, 并以后缀来表示数据值 X 的

层次。亦即在假定上层数据为 $X_{i+1}(0)$ 时, 则相邻的下一层数据为 $X_i(j)$ ($j=0\sim3$)。层间的差分代码值为 $\Delta X_i(j)$ ($j=0\sim3$) 分层编码用的编码器单元 40A 即对此差分代码值进行压缩编码。

依靠各层中编码器 51~55 的压缩编码处理, 将有关各块得到的块活动性 P 与阈值数据 $D57$ 相比较, 按比较结果来选择处理操作。

亦即, 在块活动性 P 高于阈值 TH 的情况下, 有关下层依次进行分割处理, 相反地, 在块活动性 P 不足阈值 TH 的情况下, 则中止有关下层的分割处理。

这样, 对于块活动性 P 低的区域只传送上层数据即可, 所以能减少传送信息量。

通过传送通路接收这些数据的图像数据解码装置, 利用依次送来的传送数据中的上层数据, 在块活动性低的区域内, 用上层数据恢复下层数据。另一方面, 在块活动性高的区域内, 则利用将层间差分解码值与上层数据相加的方法来恢复数据。

对这种分割或不分割的判定结果引入 1 比特的判定标志。根据此标志就能指明有关各块的判定结果。

这种判定标志虽然各层的每个块都需要一比特, 但考虑到图像质量, 这还是值得的。

顺便说一下, 在本实施例中的分层编码方式中, 假定在此以下的各层中, 不反映该判定标志。而且此判定标志也采用游程长度编码等加以编码, 与编码代码同时传输。

(3) “已产生信息量”控制单元 40B

(3-1) 块的构成

另一方面, “已产生信息量”控制单元 40B 如图 16 中所示那样

地构成。

此“已产生信息量”控制单元 40B, 为使分层编码用的编码器单元 40A 的图像质量不劣化并使它能够高效率地进行图像数据的编码处理, 设定成为分割/不分割选择基准的有关各层阈值 $TH1 \sim TH4$ 的组合, 并将其作为阈值数据 D57 输出到分层编码用的编码器单元 40A。

“已产生信息量”控制单元 40B 使输入图像数据 D31 依次通过平均电路 42、44、46、48, 经过 $1/4$ 平均处理, 生成分辨率不同的 5 层图像数据。

接着, 为求出作为差分数据传送的图像数据的每一层的“已产生信息量”在各差分电路 61、62、63 和 64 中求一层上的分层图像数据 D32、D33、D34、D35 与各层图像数据 D31、D32、D33、D34 之差。

由这些差分电路 61、62、63 和 64 输出的差分数据可看作是经由分层编码用的编码器单元 40A 中的分层处理得到的各层差分数据。

活动性检测电路 65、66、67 和 68 分别与第一层~第四层图像数据对应, 求各层各块的块活动性, 并将其登记到相应的频数分布表 69~72 中。

这里, 在生成频数分布表的过程中, 为准确地掌握编码器单元的传送数据量, 对应于上层 1 像素的下层 4 像素中, 实际上使用依靠编码器传送的对象, 即 3 个像素。

有关第五层图像数据为最上层数据, 不作为差分数据, 为了直接传送, 有关各块的动态范围按原样登记到频数分布表 73 中。

控制单元 74 与这 5 组频数分布表 69~73 以双向信道连接起来, 将成为下一层分割/不分割判断基准的块活动阈值 $TH1 \sim TH4$

的组合存储到ROM中。

控制单元74将这组送到频数分布表69~73, 读出每层中可能对该阈值生成的“已产生信息量”, 根据所有这些“已产生信息量”求出作为整体的总“已产生信息量”。进而求总“已产生信息量”一直到到达目标值为止的最佳阈值, 将得到的阈值作为控制数据送到分层编码用的编码器单元40A。

控制单元74考虑到每层图像信号数据性质和人类视觉特性, 调整送到分层编码用的编码器单元40A的控制数据, 以便能提供最佳阈值。这样, 可以预期, 在接收侧再现后, 主观上会感到图像质量得到提高。

(3-2) 频数分布表

现在对信息量控制用的频数分布表69~73加以说明。

图17(A)~(E)分别表示有关最上层数据(第五层数据)~最下层数据(第一层数据)得到的块活动性的频数分布表。其中, 与图17(A)所示有关第五层频数分布表有关, 因为对象数据不是差分数据, 所以, 生成依靠动态范围的频数分布表。例如, 对于第五层数据D35, 在进行依靠PCM编码的压缩处理的情况下, 把有关块所给予的动态范围作为数据予以登记; 而在应用ADRC(自适应动态范围编码, 见美国专利USP-4703352)作为压缩处理方法的情况下, 则登记ADRC块的DR。

另一方面, 其他频数分布表69~72的对象数据为差分数据, 具有大于对有关各频数分布表所给予阈值TH1、TH2、TH3、TH4的块活动性的块, 这种块均成为分割对象块。

因此, 如计算出各层中具有大于阈值的块活动性的块数, 就可算

出“已产生信息量”。

下面说明计算“已产生信息量”的示例。

这里,假定第一层中的块数为 N_1 , 块活动性大于阈值 TH_1 的分割对象块数为 N_1' , 假定此时的量化比特数为 Q_1 , 则第一层中的“已产生信息量” I_1 即可按下式给出:

$$I_1 = 4 \cdot Q_1 \cdot N_1' \cdot (3/4) + N_1 \quad (7)$$

该(7)式中的第一项将各比特数乘以 4, 是因在此例中是将各块分割成 2 行 \times 2 像素。而第一项中的 3/4 倍则是由于, 反映出在上一层值是由下一层值的平均值生成的结构中, 利用上一层值和传送的下一层值的 3 个像素、按算术式能够恢复下一层的第 4 个未传送像素值的性质。

顺便说一下, 在第二项中, 加上了第一层中的块数 N_1 , 这表示作为分割判定标志每个块附加 1 比特并予以传送。

同样地, 有关第二、第三、第四层也假定各层中的块数为 N_2 、 N_3 、 N_4 , 块活动性大于阈值 TH_2 、 TH_3 、 TH_4 的分割对象块数为 N_2' 、 N_3' 、 N_4' , 假定此时的量化比特数为 Q_2 、 Q_3 、 Q_4 , 则各层中的“已产生信息量” I_k ($k = 2, 3, 4$) 即可按下式给出:

$$I_k = 4 \cdot Q_k \cdot N_k' \cdot (3/4) + N_k \quad (8)$$

利用这些有关第一~第四层的“已产生信息量” $I_1 \sim I_4$ 和有关第五层的“已产生信息量” I_5 , 由分层编码用的编码器单元 40A 进行编码处理所产生的总“已产生信息量” I 就可如下式那样地作为每层的“已产生信息量”之和求得:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 \quad (9)$$

(3-3) 处理

“已产生信息量”控制单元 40B 与分层编码用的编码器单元 40A 同样，输入输入图像数据 D31，由平均电路 42 将其在每个 2×2 像素中求平均值，使像素数减少到 $1/4$ 以降低分辨率。接着，对该层数据 D32 也同样地依次通过平均电路 43、46、48 分别使像素数减少到 $1/4$ 以降低分辨率。

“已产生信息量”控制单元 40B，就这样将多个分辨率的图像数据中的最上层(亦即分辨率最低的)数据 D35 送到频数分布表 73，登记第五层数据 D35 中各块的块活动性 P 的频数。这就是与前述的分层编码用的编码器单元 40A 中所执行压缩处理对应的数据频数的计测。例如，对于第五层数据 D35，在进行 PCM 编码的压缩处理的情况下，把有关各块所给予的动态范围作为数据予以登记，而在应用 ADRC(自适应动态范围编码，见美国专利 USP-4703352)作为压缩处理方法的情况下，则登记 ADRC 块的 DR。

随后，由第四层数据 D34 与第五层数据 D35 的差分得到差分数据 D64。活动性检测电路 68 检测有关此差分数据 D64 的活动性，将检测值作为活动性数据 D68 登记到频数分布表 72 中。

同样地，将有关下层数据 D33、D32、D31 分别求得的各块的块活动性 P 作为活动性数据 D67、D66、D65 依次登记到频数分布表 71、70、69 中。

控制单元 74 由图 18 中所示的 ROM 表中由号码小的组(QN01)开始顺序读出为各层设定的分割/不分割设定用阈值 TH1、TH2、...TH4 的组合。接着，由有关各层的频数分布表 69~73 中将具有大于各阈值 TH1、TH2、...TH4 的块活动性 P 的块频数读出，检测各层中相对于各阈值的“已产生信息量”。

控制单元 74 将有关各层的频数分布表 69~73 求得的“已产生信息量”合并起来, 算出分层编码用的编码器单元 40A 中可能生成编码结果的总“已产生信息量”。控制单元 74 将此“已产生信息量”与目标值相比较, 在与目标值之差大的情况下, 为求得满足目标值的阈值组合, 向下一号码(QN02)的阈值组 TH1、TH2...TH4 转移。

而后, 重复上述处理一直到总“已产生信息量”到达目标值, 在取得能够得到最接近于目标值的总“已产生信息量”的阈值组 TH1、TH2、...TH4 时, 即将其作为阈值数据 D57 输出到分层编码用的编码器单元 40A。

如果根据上述构成, 能够容易地实现具有多个分辨率的分层编码。能使分层编码用的编码器单元 40A 编码后输出的传送图像数据的总“已产生信息量”与目标值基本上一致, 从而能实现不降低压缩率的编码。还能实现图像质量劣化小的分层编码。而且能比历来更容易地管理分层编码时的“已产生信息量”。

(4) 有关第三实施例的其它实施例

(4-1) 上述实施例中所描述的虽然是, 以各有关块的上层数据得到的解码数据与下层数据的差分值的最大值来判断块活动性 P 的情况, 但本发明并不局限于此, 也可以依靠块内的平均误差和绝对值和、标准偏差和 n 次方和、甚至是大于阈值的数据频数来进行判定。

(4-2) 上述实施例中所描述的虽然是按原样利用每层中得到的频数分布表的情况, 但本发明并不局限于此, 也可以由频数分布表作成累加型频数分布表, 将其用于“已产生信息量”的计算上。

亦即, 在登记块活动性的结果得到如图 19 中所示的频数分布表

时,从与块活动性的最大值对应的频数向下层的值进行累加运算,将各自的结果登记到图 20 中所示那样的累加型频数分布表中。

如以数学形式表示这种处理,假定 K 为块活动值 (activity value, $K = 0 \sim$ 最大值)、 $N(\cdot)$ 为各块活动值时的块频数,即成为下式:

$$N(K-1) = N(K-1) + N(K) \quad (10)$$

此式表明,将块活动值地址的频数读出,加到一直到上一层块活动值的累加值上,并将所得结果写入该块活动值的地址中。

在由此得到的累加型频数分布表 (图 20) 中,图 19 的斜线部分的块频数和对应于阈值 TH 的座标数据 I 。借助这一累加型频数分布表,当偏移阈值 TH 时,不需要每次都计算斜线部分 (图 19) 的块频数和。

亦即,在生成每一层频数分布表之后,求从块活动的上一层值到各块活动值的块频数的累加值,将各累加值写入与各块活动值对应的地址中,作成累加型频数分布,由此就使得对应于各块活动性的频数成为具有大于该块活动值的块频数的累加值。

这样,如果预先生成累加型频数分布表,就不需要算出与各阈值对应的块频数累加值,仅仅依靠存储器阈值地址的读出就可以算出块频数累加值,能大大削减计算所需的时间。

这里,在实际阈值处理中,为避免图像质量劣化,使用大判定阈值很困难。因而也可以将块活动值作成限幅了的频数分布表。

亦即,如图 21 中所示那样地,如以 LMT 对块活动值进行限幅,该 LMT 以上的块频数在频数分布表中全部登记为 LMT 。结果,如图 21 中那样地,在 LMT 处的块频数增大了。这里,应该算出的块频数

和为斜线部分。

与该频数分布表对应的累加型频数分布表示于图 22。在这种情况下, 上述 (10) 式的累加运算并不是在块活动值的最大值上, 而是在从块活动值为 LMT 一直到 0 的区间内进行。在该算出的块频数和为阈值 TH 座标的累加块频数 I。这样, 就得到与图 20 中所示情况相同的结果。

因此, 能够缩短作成累加型频数分布表的时间, 同时, 能使频数分布表存储器进一步小型化。

顺便说一下, 在设定限幅值 LMT 时, 可以考虑的第一个方法, 即每一层的限幅值 LMT 可变的方法, 和第二个方法, 即在全部各层中均为固定限幅值 LMT 的方法, 第一方法用于各层的层间差分值分布有明显不同的情况, 第二方法则用于各层的层间差分分布无显著差别的情况中。

上述实施例中所描述的虽然是, 在编码器中对图像数据进行 PCM 编码的情况, 但本发明并不局限于此, 同样也应用于其他的、例如, 正交编码等编码方式。

上述实施例中所描述的虽然是, 将各层得到的频数分布表阈值的有关多个组合存储在 ROM 中、求“已产生信息量”最接近目标值的阈值组合的情况, 但本发明并不局限于此, 也可以对每一层单独地设定。

上述实施例中所描述的虽然是以对最下层数据求 2 行×2 像素的平均值来求上层图像数据的情况, 但本发明并不局限于此, 亦可以按其他组合来求平均值。

(5) 如上述那样地根据本发明, 在将图像数据依次递归地分割成

由不同的多个分辨率构成的多个分层数据以后,进行编码时,对除分辨率最低的最上层数据外的分层数据的给定块判定块活动性,由与块活动性对应的块的频数分布来设定对下一层数据作分割处理的判定基准,即阈值,由此就能容易地实现不降低压缩率的图像数据分层编码方法。

[5] 第四实施例

(1) 第四实施例图像编码装置

如图 23 中所示,第四实施例图像编码装置 80 具有与第三实施例(图 11)情况下相同的原理结构,由对输入图像数据 D31 进行分层编码并输出的分层编码用的编码器单元 80A,和对分层编码用的编码器单元 80A 中“已产生信息量”加以控制使其到达目标值的“已产生信息量”控制单元 80B 构成。

分层编码用的编码器单元 80A 由数据延迟用的存储器(图中未示出)和编码器构成。其中,存储器设置在输入级中,该输入级能将数据延迟,使得在“已产生信息量”控制单元 80B 中确定最佳控制值以前不进行编码处理。

另一方面,这样来构成“已产生信息量”控制单元 80B,即在输入图像数据 D31 输入以后,决定适合于处理对象数据的阈值 TH,将使分层编码用的编码器单元 80A 中输入图像数据 D31 能高效率编码那样决定的最佳控制值传送到编码器。即,构成所谓的前馈型缓冲。利用这种结构就能够消除正确的“已产生信息量”控制和前馈型缓冲所引起的时间延迟。

这里,按照基于层间差分值定义的块活动性进行对下一层中分割处理的选择。亦即,由下一层的 $2 \times 2 = 4$ 像素构成上一层数据来定

义块。

这里所说的活动性 (activity), 在将对应于上一层数据的下一层数据区域定义为“块”的情况下, 是指以给定块内层间差分数据 $D41 \sim D44$ 的最大值、平均值、绝对值和、标准偏差或 n 次方和等所表示的相关值。也就是说, 在活动性低时, 该块可以称为平坦块。

也就是说, 假定上一层数据为 $X0(i+1)$, 下一层数据为 $Xj(i)$, 则层间差分代码值为 $\Delta Xj(i) = X0(i+1) - Xj(i)$, 但是, $j = 0 \sim 3$ 。假定块活动性的判定函数为 $G(\cdot)$, 则块活动性为 $ACT = G(\Delta Xj(i))$ 。

假定分层判定标志为 FLG (0: 分割中止、1: 分割继续), 当 $FLG = 0$ 时, 中止下一层的分割, 当 $ACT \geq$ 阈值 TH 且 $FLG = 1$ 时, 执行下一层的分割, 而在 $ACT <$ 阈值 TH 且 $FLG = 1$ 时, 也中止下一层的分割。

在该层中的分割判定结束后, 即将分割判定结果作为判定标志 FLG 定义以后, 向随后的下一层传送。这样, 当 $FLG = 0$ 时, 即不进行下一层中的分割。

(2) 分层编码用的编码器单元

分层编码用的编码器单元 80A 如图 24 中所示构成, 除编码器 51~54 为如图 25 中所示那样的构成这一点外, 其余均具有与图 12 和图 13 中的上述同样的构成。

此时的编码器 54、53、52 分别将用于块的分割或不分割的阈值判定结果信息 $J1$ 、 $J2$ 、 $J3$ 送到相邻的下一层编码器 53、52、51。这样, 分层编码用的编码器单元 80A, 一旦停止了块分割的块, 即停止以下的各层中全部的分割。

实际上, 编码器 51~54 如图 25 中所示那样地构成。图 25 中, 为

简单起见,只表示了编码器 52 和 53 的构成。

编码器 53 将差分数据 D43 输入到编码电路 53A 和分割控制单元 53B 的活动性检测电路 53C。活动性检测电路 53C 检测差分数据 D43 每个给定块的活动性,将由此得到的检测结果送到接着的阈值判定电路 53D。阈值判定电路 53D 将每个块的活动性检测结果与阈值数据 D57 相比较,并将由此得到的判定结果作为阈值判定结果信息 J2 输出到编码电路 53A 和相邻的下一层编码器 52。编码电路 53A 根据阈值判定结果信息 J2,对活动性高的块进行压缩编码以后,再予传送,与此相反,对活动性低的块则不予传送。

这里,活动性检测电路 53C 和阈值判定电路 53D 接受从相邻的上一层编码器 54 输出的阈值判定结果信息 J1,在该阈值判定结果信息 J1 为表示进行块分割的情况下,执行活动性检测和阈值判定结果。与此相反,在阈值判定结果信息 J1 为表示不进行块分割的情况下,对与此对应的块不进行活动性检测和阈值判定,同时,由阈值判定电路 53D 输出表示不进行块分割的阈值判定结果信息 J2。

编码器 52 也同样地,在活动性检测电路 52C 和阈值判定电路 52D 从相邻的上一层编码器 53 接受表示进行块分割的阈值判定结果信息 J2 的情况下,对相应的块执行活动性检测和阈值判定,相反地,在接受表示不进行块分割的阈值判定结果信息 J2 的情况下,不进行活动性检测和阈值判定,同时,由阈值判定电路 52D 输出表示不进行块分割的阈值判定结果信息 J3。

这样,在分层编码用的编码器单元 80A 中一旦得到不进行块分割的判定结果时,即对与其对应的块以下的各层中不进行块分割(亦即不进行编码)。

据 D64。活动性检测电路 68 检测有关此差分数据 D64 的块活动性, 将此处检出的块活动性 D68 登记到频数分布表 72 中。

由第三层数据 D33 与第四层数据 D34 生成差分数据 D63。对差分数据 D63, 在活动性检测电路 67 中检测其块活动性。将这里检出的块活动性 D67 登记到频数分布表 71 中。此时仅与接受了第四层中阈值判定结果内继续进行块分割判定的那种块有关, 在第三层中进行块分割判定。

因此, 频数分布表 71 就成为表示由第四层中的块活动 D68 和第三层中的块活动 D67 二个变量决定了座标的块数的频数分布表。

由第二层数据 D32 和第三层数据 D33 生成差分数据 D62, 活动性检测电路 66 输出块活动性 D66。把检出的块活动性 D66 登记到频数分布表 70 中。在第二层中, 仅与接受了第四、第三层中的继续进行块分割判定的那种块有关, 进行块分割判定。

因此, 频数分布表 70 就成为由第四层中块活动性 D68 和第三层中块活动性 D67 和第二层中块活动性 D66 三个变量决定了座标的块频数分布表。

最后, 由第一层数据 D31 和第二层数据 D32 生成差分数据 D61, 活动性检测电路 65 输出块活动性 D65。把检出的块活动性 D65 登记到频数分布表 69 中。在第一层中, 仅与接受了第四、第三和第二层中继续进行块分割判定的那种块有关, 进行块分割判定。

从而, 频数分布表 69 就由第四层中块活动性 D68 和第三层中块活动性 D67 和第二层中块活动性 D66 和第一层中块活动性 D65 四个变量构成。

这样利用生成的频数分布表 69~73 来执行“已产生信息量”的

(3)“已产生信息量”控制单元

“已产生信息量”控制单元 80B, 如图 26 中所示那样地构成。

“已产生信息量”控制单元 80B 使输入图像数据 D31 依次通过平均电路 42、44、46、48, 经过 $1/4$ 平均处理, 生成分辨率不同的 5 层图像数据。

接着, 为求出作为差分数据传送的图像数据的每一层的“已产生信息量”, 在各差分电路 61、62、63 和 64 中求一层上的分层图像数据 D32、D33、D34、D35 与各层图像数据 D31、D32、D33、D34 之差值。

由这些差分电路 61、62、63 和 64 输出的差分数据可看作是由分层编码用的编码器单元 80A 中的分层处理得到的各层差分数据。

活动性检测电路 65、66、67 和 68 分别与第一层~第四层图像数据对应, 求各层各块的活动值, 并将其登记到相应的频数分布表 69~72 中。

这里, 在生成频数分布表的过程中, 为准确地掌握编码器单元的数据传送量, 对应于上一层 1 像素的下一层 4 像素中, 实际上使用依靠编码器传送的对象, 即 3 个像素。

有关第五层图像数据为最上层数据, 不作为差分数据, 为了直接传送, 有关各块的动态范围按原样登记到频数分布表 73 中。

为此计测与上述编码器单元 80A 中所执行的压缩处理对应数据的频数。例如, 对于第五层数据 D35, 在进行 PCM 编码的压缩处理的情况下, 把有关各块所给予的动态范围作为数据予以登记, 而在应用 ADRC (自适应动态范围编码, 见美国专利 USP-4703352) 作为压缩处理方法的情况下, 则登记 ADRC 块的 DR。

随后, 由第四层数据 D34 与第五层数据 D35 的差分得到差分数

控制。各频数分布表与后级的控制单元 74 由双向信道 D69~D73 连接。

在控制单元 74 中,首先将对各频数分布表的阈值传送到各频数分布表。在各频数分布表中,检测与阈值对应的“已产生信息量”。将此各频数分布表中的“已产生信息量”通过信道 D69~D73 传送到控制单元 74。

在控制单元 74 中,将所接收的各频数分布表中的“已产生信息量”合并起来,算出成为控制对象的总“已产生信息量”。将此总“已产生信息量”与目标值相比较,按照比较结果变更阈值,使之满足目标值。

控制单元 74 将再次更新的阈值通过信道 D69~D72 传送到各频数分布表。并将与其对应的“已产生信息量”再传送到控制单元 74。

重复以上的处理,最后决定到达目标值的控制结果 D57。把确定了的“已产生信息量”控制值 D57 传送到分层编码用的编码器单元 80A。

在此信息量控制处理期间,成为控制对象的数据利用编码器单元 80A 中所包含的存储器 M1 处于待机状态。依靠采用这样的前馈型缓冲结构,能决定适合于对象数据的阈值,从而能实现高效率编码。

这里,对信息量控制用的频数分布表 69~73 加以说明。

图 27(A)~(E) 分别表示对最上层数据(第五层数据)~最下层数据(第一层数据)得到的块活动性的频数分布表。这里,图 27(A) 中所示第五层的频数分布表,因为对象数据不是差分数据,所以,生成

依靠动态范围的频数分布表。例如, 在应用 PCM 编码的情况下, 登记的是有关已编码块的动态范围

另一方面, 其他的频数分布表 69~72, 对象数据为差分数据, 具有大于加给各频数分布表的阈值 TH1、TH2、TH3、TH4 的块活动性的块成为分割对象块。

因此, 如果算出各层中具有阈值以上的块活动性的块数, 就能算出“已产生信息量”。

下面说明“已产生信息量”的计算示例。为了算出“已产生信息量”, 虽然有必要计测各层中分割判定阈值以上的块数, 但在本实施例中, 采用成为对象的判定标志传送法进行分层编码时, 在信息量控制中, 必须由下一层的判定对象里除去上一层中接收了分割中止判定的块。

为了在各层中进行分割判定, 引入对块活动性的阈值。

这里, 假定第一层中分割对象块内的像素和为 M1、第一层数据的量化比特数为 Q1、第一层的判定标志比特数为 N1, 则第一层中的“已产生信息量”I1 即可按下式给出:

$$I1 = 4 \cdot Q1 \cdot M1 \cdot (3/4) + N1 \quad (11)$$

该 (11) 式中的第一项中将各比特数乘以 4, 是因为在此例中是将各块分割成 2 行×2 像素。而第一项中的 3/4 倍则是由于, 反映出在上一层值是由下一层值的平均值生成的结构中, 利用上一层值和传送的下一层值的 3 个像素、按算术式能够恢复下一层的第四个未传送像素值的性质。

顺便说一下, 在第二项中, 加上了第一层中的块数 N1, 这表示作为分割判定标志每个块附加 1 比特并予以传送。

同样地, 有关第二、第三、第四层也假定各层中分割对象块内像素和为 M_2 、 M_3 、 M_4 , 各层中的量化比特数为 Q_2 、 Q_3 、 Q_4 , 各层中判定标志比特数为 N_2 、 N_3 、 N_4 , 则各层中“已产生信息量” I_k ($k = 2, 3, 4$) 即可按下式给出:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 \quad (12)$$

利用这些有关第一~第四层的“已产生信息量” $I_1 \sim I_4$ 和有关第五层的“已产生信息量” I_5 , 由分层编码用的编码器单元80A 进行编码处理所产生的总“已产生信息量” I 即可如下式那样地作为每层“已产生信息量”之和求得:

$$I_k = 4 \cdot Q_k \cdot M_k \cdot (3/4) + N_k \quad (13)$$

这里, 虽然在各层“已产生信息量”上加上了判定标志的比特数, 但是, 此标志的信息量等于上一层中执行分割处理的块数。亦即这意味着, 把上一层中中止分割处理的块, 从下一层中分割判定对象中除去。各块的空间位置可以按来自上一层判定标志的历史在各层中予以指定。

这里, 对各个频数分布表加以说明。

如上述那样, 最上层数据的频数分布表因为取决于压缩方式, 所以不能单值地规定。但采用频数分布表等手段可以控制“已产生信息量”。

而关于第四层数据, 登记了对块活动性 ACT_4 的块频数。由于把图28 (B) 的第四层频数表用于图 28 (A) 所示的第五层频数分布表上, 故能容易地算出对阈值 TH_4 的“已产生信息量”。

由于大于阈值 TH_4 的块成为分割对象, 所以, 通过求阈值以上的块数和, 算出第四层中“已产生信息”量。

接着, 把第三层频数分布表的示例示于图 29。在判定标志的传送方法中, 把接受了上一层中分割中止判定的块, 从判定对象中除去。

这里, 引入由第三层块活动性 $ACT3$ 和第四层块活动性 $ACT4$ 这两个变量定义的频数分布表。

亦即, 求大于第四层阈值 $TH4$ 、且大于第三层阈值 $TH3$ 的块的频数。

这一操作, 通过算出在图 29 的频数分布表中 $ACT4$ 轴上大于阈值 $TH4$ 、 $ACT3$ 轴上大于阈值 $TH3$ 的块的频数, 就能够算出满足上述条件的第三层中“已产生信息量”。

下面, 第二层、第一层的频数分布表的举例示于图 30。

按照与第三层频数分布表相同的思路, 生成由多变量定义的频数分布表。

在第二层中, 将由第二层、第三层、第四层各自的块活动性 $ACT2$ 、 $ACT3$ 、 $ACT4$ 定义的块登记到频数分布表中。这一状态示于图 30(A)。

在第二层中, 通过算出 $ACT4$ 轴上阈值 $TH4$ 以上、 $ACT3$ 轴上阈值 $TH3$ 以上、 $ACT2$ 轴上阈值 $TH2$ 以上的块的频数, 算出第二层中“已产生信息量”。

在第一层中, 将由第一层、第二层、第三层和第四层各自的块活动性 $ACT1$ 、 $ACT2$ 、 $ACT3$ 、 $ACT4$ 定义的块登记到频数分布表中。这一状态示于图 30(B) 中。

在第一层的情况下, 通过算出 $ACT4$ 轴上阈值 $TH4$ 以上、 $ACT3$ 轴上阈值 $TH3$ 以上、 $ACT2$ 轴上阈值 $TH2$ 以上的块频数, 算出第一

层中“已产生信息量”。

利用上述 5 种频数分布表, 算出对阈值的“已产生信息量”, 就能进行符合目标信息量的控制。

这里, 用于“已产生信息量”控制的各层的阈值, 有每层各自独立变更的方法。

例如, 在每层中预先设定目标信息量, 每层中各自独立地变更阈值, 进行符合目标信息量控制的方法。

作为另一种方法, 可以考虑预先准备各层的阈值的组合, 按照控制顺序应用这一阈值组合, 谋求控制简化的方法。

这里, 在利用上述各层中频数分布表的“已产生信息量”控制方法中, 通过在各层中考虑上一层的分割判定结果, 并算出各层的块活动性在阈值以上的块频数, 检出最佳的控制值。

为使这种阈值以上的块频数计算时间加快, 可以将登记块频数的频数分布表重新构成累加型频数分布表。

图 32 中表示这种累加型频数分布表举例。也就是说, 登记块活动性的结果, 就能得到图 31 中所示的频数分布表示例。为简化对这一情况的说明, 示出了一个变量的块活动性的例子。上述频数分布表, 与第四层相同。

累加型频数分布表具有由对应于图 31 频数分布表的块活动性最大值的块频数开始, 对与较小的块活动值对应的块频数进行累加运算, 将各自的累加结果重新登记到频数分布表中的结构。

这一处理如以数学形式表示, 可表为下式:

$$\text{SUM}(\text{act}) = \sum_{\text{ACT}=\text{act}}^{\infty} \text{N}(\text{ACT}) \quad (14)$$

式中: $SUM(\cdot)$ 表示累加块频数, $N(\cdot)$ 表示频数分布表中的块频数, act 表示累加频数分布表中的块活动性变量, ACT 表示频数分布表中的块活动性变量, n 表示频数分布表中的变量最大值。

(14) 式意味着, 进行读出块活动值地址中的块频数, 将加到一直到上层块活动值的累加值结果写入该块活动值地址中的处理。

结果就得到图 32 中所示的累加型频数分布表。在此累加型频数分布表中, 图 31 的斜线部分的块频数和对应于阈值 TH 座标数据 I 。按照此累加型频数分布表, 当改变阈值 TH 时, 不需要每次都计算图 31 斜线部分的块频数和。亦即, 通过输出与累加型频数分布表的阈值对应的累加块频数来实现块频数和的计算。

而图 29 的第三层频数分布表, 表示二个变量的情况, 通过扩展 (14) 式, 生成累加型频数分布表, 得出下式:

$$SUM(act3, act4) = \sum_{ACT=act3}^n \cdot \sum_{ACT=act4}^n N(ACT3, ACT4) \quad (15)$$

式中, $SUM(\cdot)$ 表示累加块频数, $N(\cdot)$ 表示频数分布表中的块频数, $act3$ 表示累加型频数分布表中第三层的对应变量, $act4$ 表示累加型频数分布表中第四层的对应变量, $ACT3$ 表示频数分布表中第三层的变量, $ACT4$ 表示频数分布表中第四层的变量, n 表示频数分布表中的变量最大值。

在按照 (15) 式生成的累加型频数分布表中, 对应于第三层判定阈值 $TH3$ 、第四层判定阈值 $TH4$ 的地址的累加块频数, 表示阈值 $TH3$ 以上且判定阈值 $TH4$ 以上的块频数和。这样就能算出第三层中的“已产生信息量”。

至于图 30 的第二层、第一层频数分布表, 通过利用累加型频数

分布表,也能缩短块频数和的计算时间。

在这些情况下,图块活动性变量的数目增加,累加次数也就增多了。

首先,在第二层情况下的运算公式如下式所示:

$$\text{SUM}(\text{act2}, \text{act3}, \text{act4}) =$$

$$\sum_{\text{ACT2}=\text{act2}}^n \cdot \sum_{\text{ACT3}=\text{act3}}^n \cdot \sum_{\text{ACT4}=\text{act4}}^n N(\text{ACT2}, \text{ACT3}, \text{ACT4}) \quad (16)$$

式中, $\text{SUM}(\cdot)$ 表示累加块频数, $N(\cdot)$ 表示频数分布表中块频数, act2 、 act3 、 act4 分别表示累加频数分布表中第二层、第三层、第四层的对应变量, ACT2 、 ACT3 、 ACT4 分别表示频数分布表中第二层、第三层、第四层变量。

在按照 (16) 式生成的累加型频数分布表中,对应于第二层判定阈值 TH2 、第三层判定阈值 TH3 、第四层判定阈值 TH4 的地址的累加块频数,表示阈值 TH2 以上且阈值 TH3 以上且判定阈值 TH4 以上的块频数和。

最后,描述有关图 30(B) 中所示第一层频数分布表的处理。

这时,因为块活动性变量为 4 种,累加运算的次数也就最多。这里,第一层时的运算公式表示为下式:

$$\text{SUM}(\text{act1}, \text{act2}, \text{act3}, \text{act4}) = \sum_{\text{ACT1}=\text{act1}}^n \cdot \sum_{\text{ACT2}=\text{act2}}^n \cdot \sum_{\text{ACT3}=\text{act3}}^n \cdot \sum_{\text{ACT4}=\text{act4}}^n N(\text{ACT1}, \text{ACT2}, \text{ACT3}, \text{ACT4}) \quad (17)$$

式中, $\text{SUM}(\cdot)$ 表示累加块频数, $N(\cdot)$ 表示频数分布表中的块频数, act1 、 act2 、 act3 、 act4 分别表示累加频数分布表中第一层、第二层、第三层、第四层的对应变量, ACT1 、 ACT2 、 ACT3 、 ACT4 分别表

示频数分布表中第一层、第二层、第三层、第四层的变量。

在由 (17) 式生成的累加型频数分布表中, 对应于第一层判定阈值 TH_1 、第二层判定阈值 TH_2 、第三层判定阈值 TH_3 、第四层判定阈值 TH_4 的地址的累加块频数, 表示阈值 TH_1 以上、阈值 TH_2 以上、阈值 TH_3 以上且阈值 TH_4 以上的块频数和。这样也能算出第一层中的“已产生信息量”。

这种处理结果也就实现了基于 (12) 式得到的各层中分割对象块数的“已产生信息量”的计算。

依靠引入上述累加型频数分布表, 就能大幅度地缩短“已产生信息量”的控制时间。对这种累加型频数分布表, 示出了进一步缩短“已产生信息量”控制时间的方法。

这一方案中所使用的累加型频数分布表, 用于算出对分割判定阈值的“已产生信息量”。这里, 在实际的阈值处理中, 根据图像质量劣化的观点, 实用上不能采用很大的判定阈值。因此提出作成对块活动值限幅的频数分布表。图 33 和图 34 中给出了这种情况。

如图 33 中所示那样地, 如以 LMT 对块活动值进行限幅, 该 LMT 以上的块频数在频数分布表中全部登记为 LMT。结果, 如图中那样地, 在 LMT 处的块频数增大了。应该算出的块频数和为斜线部分。

与该频数分布表对应的累加型频数分布表示于图 34。(14) ~ (17) 式中所示的累加运算, 并不是在块活动值的最大值 n 上, 而是在从块活动值为 LMT 一直到 0 的区间内进行。

应该算出的块频数和, 为阈值 TH 座标的累加块频数 I 。如这一例子中所示那样地, 得到与图 32 相同的结果。依靠在频数分布表的

块活动值中引入限幅,能缩短作成累加型频数分布表的时间,并能实现频数分布表存储空间的小型化。

作为应用这种方法的范围,可以考虑两种情况,即每一层的限幅值LMT可变的情况和全部各层中的限幅值LMT均固定不变的情况。

前者用于各层的层间差分值分布有明显不同时,后者则用于各层的层间差分值分布无显著差别时。

顺便说一下,图35示出了分层编码处理的流程图,步骤SP2在存储层号的分层计数器I中登记“4”,以确定这一分层化的范围。

在步骤SP3,由“已产生信息量”的运算,生成分层数据;在步骤SP4,检测各块活动性。对于该活动性在步骤SP5中作成图29中上述多元频数分布表并加以登记,借此进行“已产生信息量”的控制,以确定最佳控制值。

在步骤SP6,在编码器侧,根据该控制值执行分层编码。亦即,在开始时,对最上层即第五层数据进行编码和复合。这一结果成为下一层处理的初始值,在步骤SP7,生成与下一层的层间差分值。在步骤SP8,根据上一层决定的“已产生信息量”控制值执行下一层中的分割选择和编码。

各层处理后,在步骤SP9,使分层计数器I减1。然后,在步骤SP10,对分层计数器I的内容进行结束判定。在未结束的情况下,继续进行下一层处理。在所有分层处理结束的情况下,退出循环,在步骤SP11,结束处理。

由上述“已产生信息量”的控制,能进行图像质量劣化不大、压缩率高的分层编码。

(4) 有关第四实施例的其它实施例

(4-1) 上述实施例中所描述的虽然是, 以各有关块的上层数据得到的解码数据与下层数据的差分值的最大值来判断块活动性 P 的情况, 但本发明并不局限于此, 也可以依靠块内的平均误差和绝对值和、标准偏差和 n 次方和、甚至是大于阈值的数据频数来进行判定。

(4-2) 上述实施例中所描述的虽然是, 在编码器中对图像数据进行 PCM 编码的情况, 但本发明并不局限于此, 同样也应用其他的、例如, 正交编码等编码方式。

(4-3) 上述实施例中所描述的虽然是, 将各层得到的频数分布表阈值的有关多个组合存储在 ROM 中, 求“已产生信息量”最接近目标值的阈值组合的情况, 但本发明并不局限于此, 也可以对每一层单独地设定。

(4-4) 上述实施例中所描述的虽然是, 以对最下层数据求 2 行 $\times 2$ 像素的平均值来求上层图像数据的情况, 但本发明并不局限于此, 也可以按其他组合来求平均值。

(5) 如上述那样地根据本发明, 在将图像数据依次递归地分割成由不同的多个分辨率构成的多个分层数据以后, 进行编码时, 对分层数据的给定块判定块活动性, 由与块活动性对应的块的频数分布来设定对下一层数据作分割处理的判定基准, 即阈值, 由此就能容易地实现不降低压缩率的图像数据分层编码方法。

[6] 第五实施例

(1) 第五实施例图像编码装置

如图 36 中所示那样地, 第五实施例图像编码装置 90 具有与第

三实施例(图 11)情况下相同的原理结构, 由对输入图像数据 D31 进行分层编码并输出的分层编码用的编码器单元 90A, 和对分层编码用的编码器单元 90A 中“已产生信息量”加以控制使其到达目标值的“已产生信息量”控制单元 90B 构成。

分层编码用的编码器单元 90A 由数据延迟用的存储器 (图中未示出) 和编码器构成。其中, 存储器设置在输入级中, 该输入级能将数据延迟, 使得在“已产生信息量”控制单元 90B 中确定最佳控制值以前不进行编码处理。

另一方面, 这样来构成“已产生信息量”控制单元 90B, 在输入图像数据输入以后, 决定适合于处理对象数据的阈值 TH, 将使分层编码用的编码器单元 90A 中输入图像数据 D31 能高效率编码那样决定的最佳控制值传送到编码器。即, 构成所谓的前馈型缓冲。利用这种结构就能够消除正确的“已产生信息量”控制和前馈型缓冲所引起的时间延迟。

这里, 按照基于层间差分值定义的块活动性进行对下一层中分割处理的选择。亦即, 由下一层的 $2 \times 2 = 4$ 像素构成上一层数据来定义块。

也就是说, 假定上一层数据为 $X_0(i+1)$, 下一层数据为 $X_j(i)$, 则层间差分代码值为 $\Delta X_j(i) = X_0(i+1) - X_j(i)$, 但是, $j = 0 \sim 3$ 。假定块活动性的判定函数为 $G(\cdot)$, 则块活动性为 $ACT = G(\Delta X_j(i))$ 。

分层判定标志 FLG 为 0 时, 作为中止分割; 分层判定标志 FLG 为 1 时, 作为继续分割, 对分割判定标志的重新评价方法予以说明。首先, 在“已产生信息量”的控制过程中, 开始时生成每个块中所有层的活动性 ACT, 接着, 按照与所有层的活动性 ACT 对应的阈值生成

判定标志 FLG。再从每个块的下一层开始搜索判定标志 FLG 最初成为 1 的层。

假定从判定标志 FLG 最初成为 1 的层开始以上的全部上层块的分层判定标志 FLG 均为 1。按照这一规则对判定标志 FLG 进行更新。根据“已产生信息量”的控制改变上述判定阈值,选择能到达目标值的最佳阈值。顺便说一下,在本实施例的情况下,这里用的判定标志与编码过程中所用的判定标志不同。

下面对块分割的选择处理(亦即实际的编码过程)加以说明:在判定标志 $FLG = 0$ 时,中止下一层的分割;与此相反,在判定标志 $FLG = 1$ 时,执行下一层的分割。上述处理由两个阶段构成:借助“已产生信息量”的控制,预先确定各层中每个块的分层判定 FLG,在此基础上,执行实际的块分割处理。

(2) 分层编码用的编码器单元

分层编码用的编码器单元 90A 如图 37 中所示构成,除编码器 51~55 为如图 38 中所示那样的构成这一点外,其余均具有与图 12 和图 13 中的上述同样的构成。

此时的编码器 54、53、52 分别将用于表示块的分割或不分割的阈值判定结果信息 J1、J2、J3 送到相邻的下一层编码器 53、52、51,同时,编码器 51、52、53 又分别将阈值判定结果信息 J4、J3、J2 送到相邻的上一层编码器 52、53、54。

亦即,在分层编码用的编码器单元 90A 中,对于分层数据,即便是因上一层的阈值判定而中断了分割处理的块,在其以下的下一层中检测到有效的活动性时,该中断了的层也返回到分割处理并将判定标志复位,重新执行指向下一层的阈值判定。

这是因为在分层数据结构上, 对应于上一层块的下一层数据的个数增加了, 因而可以认为, 进行再判定是有意义的。

实际上, 编码器 52 和 53 如图 38 中所示那样地构成。

编码器 53 将差分数据 D43 输入到编码电路 53A 和分割控制单元 53B 的活动性检测电路 53C。活动性检测电路 53C 检测差分数据 D43 每个给定块的活动性, 将由此得到的检测结果送到接着的阈值判定电路 53D。阈值判定电路 53D 将每个块的活动性检测结果与阈值数据 D57 相比较, 将由此得到的判定结果作为阈值判定结果信息 J2 输出到编码电路 53A 和相邻的下一层编码器 52。编码电路 53A 根据阈值判定结果信息 J2, 对活动性高的块进行压缩编码以后, 再予传送; 与此相反, 对活动性低的块则不予传送。

这里, 活动性检测电路 53C 和阈值判定电路 53D 接受从相邻的上一层编码器 54 输出的阈值判定结果信息 J1, 在该阈值判定结果信息 J1 为表示进行块分割的情况下, 执行活动性检测和阈值判定结果。与此相反, 在阈值判定结果信息 J1 为表示不进行块分割的情况下, 对与此对应的块不进行活动性检测和阈值判定, 同时, 由阈值判定电路 53D 输出表示不进行块分割的阈值判定结果信息 J2。

编码器 52 也同样地, 在活动性检测电路 52C 和阈值判定电路 52D 从相邻的上一层编码器 53 接受表示进行块分割的阈值判定结果信息 J2 的情况下, 对相应的块执行活动性检测和阈值判定; 相反地, 在接受表示不进行块分割的阈值判定结果信息 J2 的情况下, 不进行活动性检测和阈值判定, 同时, 由阈值判定电路 52D 输出表示不进行块分割的阈值判定结果信息 J3。

这样, 在分层编码用的编码器 90A 中, 一旦得到不进行块分割

的判定结果时,即对与其对应的块以下的各层中不进行块分割(亦即不进行编码)。

除此之外,在分层编码用的编码器单元 90A 中,例如,即使在由编码器 53 的分割控制单元 53B 得到表示块不分割的阈值判定结果信息 J2 的情况下,如果例如,由编码器 51 得到表示块分割的阈值判定结果信息 J4 时,编码器 52 也在分割控制单元 52B 接受该阈值判定结果信息 J4,进行块活动性的阈值判定,以确定是否进行块分割。

(3)“已产生信息量”控制单元

图 39 中示出“已产生信息量”控制单元的构成方框图示例。

首先,对与图 37 的编码器单元相同的输入图像数据 D31,在平均电路 42 中进行 $1/4$ 平均处理,生成第二层数据 D32。

然后,再对第二层数据 D32 在平均电路 44 中进行 $1/4$ 平均处理,生成第三层数据 D33。

同样地,对第三层数据 D33 由平均电路 46 的 $1/4$ 平均处理,生成第四层数据 D34。

最后,通过平均电路 48 进行 $1/4$ 平均处理,生成第五层数据 D35。

将第五层数据 D35 中数据的频数登记到频数分布表 73 中。计测与前述编码器单元中所执行的压缩处理对应数据的频数。例如,对于第五层数据 D35 在进行 PCM 编码的压缩处理的情况下,把有关各块所给予的动态范围作为数据予以登记,而在应用 ADRC (自适应动态范围编码法,见美国专利 USP-4703352) 作为压缩处理方法的情况下,则登记 ADRC 块的 DR。

随后,由第四层数据 D34 与第五层数据 D35 生成差分数据

D64。块活动性检测电路 68 检测有关此差分数据 D64 前述的块活动性。将此处检出的块活动性 D68 登记到频数分布表 72 中。

上层中的块分割判定参考全部下层的块活动性判定结果来决定。

此时，频数分布表 72 由第一层块活动性 D65、第二层块活动性 D66、第三层块活动性 D67 和第四层块活动性 D68 四个变量来定义。

由第三层数据 D32 与第四层数据 D34 生成差分数据 D63。对差分数据 D63，在活动性检测电路 67 中检测其块活动性。将检出的块活动性 D67 登记到频数分布表 71 中。

此时，块分割也参考第三层以下的全部下层块活动性的判定结果来决定。

因而，第三层的频数分布表 71 由第一层块活动性 D65、第二层块活动性 D66 和第三层块活动性 D67 三个变量来定义。

由第二层数据 D32 和第三层数据 D32 生成差分数据 D62，活动性检测电路 66 输出块活动性 D66。把检出的块活动性 D66 登记到频数分布表 70 中。

此时，参考第一层块活动性的判定结果来决定。

第二层的频数分布表 70 由第一层块活动性 D65 和第二层块活动性 D66 二变量来定义。

最后，由第一层数据 D31 和第二层数据 D32 生成差分数据 D61，活动性检测电路 65 输出块活动性 D65。把检出的块活动性 D65 登记到频数分布表 69 中。

对于第一层，因为是独立地进行块活动性的阈值判定才得到结

果的,所以,没有必要监视上一层的块活动性。也就是说,第一层的频数分布表 1 成为由第一层块活动性 D65 构成的一元频数分布表。

在这里的频数分布表生成过程中,为正确地掌握编码器单元的传送数据量,在与上一层 1 像素对应的下一层 4 像素中,实际上,采用依靠编码器的传送对象,即 3 个像素。

这样利用生成的频数分布表 69~73 来执行“已产生信息量”的控制。各频数分布表与后级的控制单元由双向信道 D69~D73 连接。

在控制单元中,首先将对各频数分布表的阈值传送到各频数分布表。

在各频数分布表中,检测与阈值对应的“已产生信息量”。

将此各频数分布表中的“已产生信息量”,通过信道 D69~D73 传送到控制单元 74。

在控制单元 74 中,将所接收的各频数分布表中的“已产生信息量”合并起来,算出成为控制对象的总“已产生信息量”。

将此总“已产生信息量”与目标值相比较,按照此比较结果变更阈值使之满足目标值。

控制单元 74 将再次更新的阈值通过信道 D69~D73 传送到各频数分布表。

并将与其对应的“已产生信息量”再传送到控制单元。

重复以上的处理,最后决定到达目标值的控制结果 D57。

把确定了的“已产生信息量”控制值 D57,如图 36 的方框图中所示那样地,传送到分层编码用的编码器单元。

在此信息量控制单元的处理期间,成为控制对象的数据利用编码器单元中所包含的存储器 M1 处于待机状态。

在上述的信息量控制中,因为确定了适合于对象数据的阈值,就可能实现高效率的编码。

这里,图 40 (A) ~ 40 (E) 分别表示对最上层数据~最下层数据得到的块活动性的频数分布表。这里,图 40 (A) 中所示第五层的频数分布表,因为对象数据不是差分数据,所以,生成依靠动态范围的频数分布表。例如,对于第五层数据 D35 在进行依靠 PCM 编码的压缩处理的情况下,把有关各块所给予的动态范围作为数据予以登记;而在应用 ADRC (自适应动态范围编码,见美国专利 USP - 4703352) 作为压缩处理方法的情况下,则登记 ADRC 块的 DR。

图 41~图 47 示出第五层时的“已产生信息量”控制用的频数分布表示例。

首先,推导定义总“已产生信息量”的计算公式。

为了算出“已产生信息量”,虽然有必要计测各层中分割判定阈值以上的有效块数,但在采用重新估价判定标志法的分层编码“已产生信息量”控制中,在每个块的上一层中考虑全部下层的分割判定结果时,必须进行对象块的分割判定。

这时,假定各层中用于分割判定的块活动性判定阈值,第一层、第二层、第三层和第四层分割判定阈值分别为 TH1、TH2、TH3、TH4。

所有层中在上述阈值以上的块均进行下一层分割。在上一层中,在全部下层均不存在阈值以上的块活动性的情况下,该层的块活动不足阈值时即停止块分割。

首先,在图 41 (A) 中,示出最上层,即第五层的频数分布表。

对于第五层的频数分布表,由于对象数据不是差分数据,所以,

进行对应于编码处理的信息量控制。

在应用线性量化等的固定长编码的情况下，不需要作成频数分布表。在“已产生信息量”的控制中，可采用下面的“已产生信息量”计算公式。

亦即，假定第一层中分割对象块内的像素和为 M_1 、第一层数据的量化比特数为 Q_1 、第一层的判定标志比特数为 N_1 ，则第一层中的“已产生信息量” I_1 即可按下式给出：

$$I_1 = 4 \cdot Q_1 \cdot M_1 \cdot (3/4) + N_1 \quad (18)$$

该 (18) 式中的第一项中将各比特数乘以 4，是因为在此例中是将各块分割成 2 行 \times 2 像素。而第一项中的 $3/4$ 倍，则是由于，反映出在上一层值是由下一层值的平均值生成的结构中，利用上一层值和传送的下一层值的 3 个像素、按算求式能够恢复下一层的第四个未传送像素值的性质。

顺便说一下，在第二项中，加上了第一层的块数 N_1 ，这表示作为分割判定标志在每个块附加 1 比特并予以传送。

同样地，有关第二、第三、第四层也假定各层中的分割对象块内的像素和为 M_2 、 M_3 、 M_4 ，各层中的量化比特数为 Q_2 、 Q_3 、 Q_4 ，各层中判定标志比特数为 N_2 、 N_3 、 N_4 ，则各层中“已产生信息量” I_k ($k = 2, 3, 4$) 即可按下式给出：

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 \quad (19)$$

利用这些有关第一～第四层的“已产生信息量” $I_1 \sim I_4$ 和有关第五层的“已产生信息量” I_5 ，由分层编码用的编码器单元 40A 进行编码处理所产生的总“已产生信息量” I 即可如下式那样地作为每层中“已产生信息量”之和求得：

$$I_k = 4 \cdot Q_k \cdot M_k \cdot (3/4) + N_k \quad (20)$$

这里, 虽然在各层“已产生信息量”上加上了判定标志的比特数, 但是, 此标志的信息量等于上一层中执行分割处理的块数。各块的空间位置可以按来自上层判定标志的历史, 在各层中予以特定。

这里, 对各个频数分布表予以说明。

如上述那样, 最上层数据的频数分布表因为取决于压缩方式, 所以, 不能单值地规定。但采用频数分布表等手段可以控制“已产生信息量”。

而关于第一层数据, 登记了对块活动性 ACT1 的块频数, 依靠利用图41 的第一层频数分布表, 能够容易地算出对阈值 TH1 的“已产生信息量”。

由于大于阈值 TH1 的块成为分割对象, 所以, 通过求阈值以上的块数和, 算出第一层中的“已产生信息量”。

接着, 把第二层频数分布表的示例示于图 42。

在对判定标志重新评价的方法中, 对在第一层中接受了块中止执行分割判定的块, 计测第二层中阈值 TH2 以上的块数。

这里, 引入由第一层块活动性 ACT1 和第二层块活动性 ACT2 这两个变量定义的频数分布表。

亦即, 求大于第一层阈值 TH1、且大于第二层阈值 TH2 的块的频数。

这一操作, 通过算出在图 42 的频数分布表中在 ACT1 轴上大于阈值 TH1、ACT2 轴上大于阈值 TH2 的块的频数, 就能够算出满足上述条件的第二层中的“已产生信息量”。

图 42 为离散地计测 ACT1 的情况, 表示在每个 ACT1 值上、第

二层块活动性 ACT2 的分布状态。

下面, 第三层、第四层的频数分布表的举例示于图 43。

按照与第二层频数分布表相同的思路, 生成由多变量定义的频数分布表。

在第三层中, 将第一层、第二层、第三层各自的块活动性 ACT1、ACT2、ACT3 定义的块登记到频数分布表中。这一状态示于图 43 (A)。

在第三层中, 通过算出 ACT1 轴上阈值 TH1 以上、ACT2 轴上阈值 TH2 以上、ACT3 轴上阈值 TH3 以上的块的频数, 算出第三层中的“已产生信息量”。

在第四层中, 将由第一层、第二层、第三层、第四层各自的块活动性 ACT1、ACT2、ACT3、ACT4 定义的块登记到频数分布表中。这一状态示于图 43 (B) 中。

在第四层的情况下, 通过算出 ACT1 轴上阈值 TH1 以上、ACT2 轴上阈值 TH2 以上、ACT3 轴上阈值 TH3 以上、ACT4 轴上阈值 TH4 以上的块频数, 算出第四层中的“已产生信息量”。

利用上述五种频数分布表, 计算对阈值的“已产生信息量”, 即能进行符合目标信息量的控制。

这里, 用于“已产生信息量”控制的各层的阈值有每层各自独立变更的方法。

例如, 在每层中预先设定目标信息量, 每层中独立地变更阈值进行符合目标信息量控制的方法。

作为另一种方法还有, 预先准备各层的阈值的组合, 按照控制顺序应用这一阈值组合, 谋求控制简化的方法。

下面对频数分布表加以说明。

在利用前述各层中频数分布表的“已产生信息量”控制方法中,通过在各层中考虑全部下层的分割判定结果,并算出各层的块活动性在阈值以上的块频数,检出最佳的控制值。

为使这种阈值以上的块频数计算时间加快,提出将登记块频数的频数分布表重新构成累加型频数分布表。

图 45 中表示这种累加型频数分布表举例。

登记块活动性的结果,就能得到图 44 的频数分布表示例。为说明简单起见,示出了块活动性为一个变量的例子。

累加型频数分布表(图 45)具有由对应于图 44 频数分布表的块活动性最大值的块频数开始,对与较小的块活动值对应的块频数进行累加运算,将各自的累加结果重新登记到频数分布表中的结构。

这一处理如以数学形式表示,可表为下式:

$$\text{SUM}(\text{act}) = \sum_{\text{ACT}=\text{act}}^n \text{N}(\text{ACT}) \quad (21)$$

式中, $\text{SUM}(\cdot)$ 表示累加块频数, $\text{N}(\cdot)$ 表示频数分布表中的块频数, act 表示累加频数分布表中的块活动性变量, ACT 表示频数分布表中的块活动性变量, n 表示频数分布表中的变量最大值。

(21) 式意味着,进行读出块活动值地址中的块频数,将加到一直到上一层块活动值的累加值结果写入该块活动值地址中的处理。

这一结果如图 45 所示。在累加型频数分布表中,图 44 的斜线部分的块频数和,对应于阈值 TH 座标数据 I 。

按照此累加型频数分布表,当改变阈值 TH 时,不需要每次都计算上图斜线部分的块频数和。

亦即，通过输出与累加型频数分布表的阈值对应的累加块频数来实现块频数和的计算。

图 45 因为是一个变量的例子，所以，可应用于图 41 的第一层频数分布表。

图 42 的第二层频数分布表，表示二个变量的情况，通过扩展 (21) 式，生成累加型频数分布表，并由下式来表达：

$$\text{SUM}(\text{act1}, \text{act2}) = \sum_{\text{ACT1}=\text{act1}}^n \cdot \sum_{\text{ACT2}=\text{act2}}^n N(\text{ACT1}, \text{ACT2}) \quad (22)$$

式中， $\text{SUM}(\cdot)$ 表示累加块频数， $N(\cdot)$ 表示频数分布表中的块频数； act1 、 act2 分别表示累加频数分布表中第一层、第二层的对应变量， ACT1 、 ACT2 分别表示频数分布表中第一层、第二层的变量， n 表示频数分布表中的变量最大值。

在按照 (22) 式生成的累加型频数分布表中，对应于第一层、第二层判定阈值 TH1 、 TH2 的地址的累加块频数，表示第一层阈值 TH1 以上且第二层判定阈值 TH2 以上的块频数和。

这样就能算出第二层中的“已产生信息量”。

至于图 43 的第三层、第四层频数分布表，通过利用累加型频数分布表，也能缩短块频数和的计算时间。

在这些情况下，因块活动性变量的数目增加，累加的次数也增多了。

首先，在第三层情况下的运算公式如下式所示：

$$\text{SUM}(\text{act1}, \text{act2}, \text{act3}) = \sum_{\text{ACT1}=\text{act1}}^n \cdot \sum_{\text{ACT2}=\text{act2}}^n \cdot \sum_{\text{ACT3}=\text{act3}}^n N(\text{ACT1}, \text{ACT2}, \text{ACT3}) \quad (23)$$

式中, $SUM(\cdot)$ 表示累加块频数, $N(\cdot)$ 表示频数分布表中块频数, $act1$ 、 $act2$ 、 $act3$ 分别表示累加频数分布表中第一层、第二层、第三层的对应变量, $ACT1$ 、 $ACT2$ 、 $ACT3$ 分别表示频数分布表中第一层、第二层、第三层变量, n 表示频数分布表中的变量最大值。

在按照(23)式生成的累加型频数分布表中, 对应于第一层、第二层、第三层判定阈值 $TH1$ 、 $TH2$ 、 $TH3$ 的地址的累加块频数, 表示第一层阈值 $TH1$ 以上且第二层阈值 $TH2$ 以上且第三层阈值 $TH3$ 以上的块频数和。

这样就能算出第三层中的“已产生信息量”。

进而描述关于图 43 的第四层频数分布表的处理。

这时, 因为块活动性变量为四种, 累加运算的次数也就最多。

第四层时的运算公式表示为下式:

$$SUM(act1, act2, act3, act4) = \sum_{ACT1=act1}^n \cdot \sum_{ACT2=act2}^n \cdot \sum_{ACT3=act3}^n \cdot \sum_{ACT4=act4}^n N(ACT1 \cdot ACT2, ACT3, ACT4) \quad (24)$$

式中, $SUM(\cdot)$ 表示累加块频数, $N(\cdot)$ 表示频数分布表中的块频数, $act1$ 、 $act2$ 、 $act3$ 、 $act4$ 分别表示累加频数分布表中的第一层、第二层、第三层、第四层的对应变量, $ACT1$ 、 $ACT2$ 、 $ACT3$ 、 $ACT4$ 分别表示频数分布表中的第一层、第二层、第三层、第四层的变量, n 表示频数分布表中的变量最大值。

在由(24)式生成的累加型频数分布表中, 对应于第一层、第二层、第三层、第四层判定阈值 $TH1$ 、 $TH2$ 、 $TH3$ 、 $TH4$ 的累加块频数, 表示第一层阈值 $TH1$ 以上、第二层阈值 $TH2$ 以上、第三层阈值 $TH3$ 以上且第四层阈值 $TH4$ 以上的块频数和。

这样就能算出第四层中的“已产生信息量”。

这种处理结果也就实现了基于(19)式得到的各层中分割对象块数的“已产生信息量”的计算。

依靠引入上述累加型频数分布表,就能大幅度地缩短“已产生信息量”的控制时间。

还对这种累加型频数分布表提出了进一步缩短“已产生信息量”控制时间的建议。

在这一建议中所使用的累加型频数分布表,用于算出对分割判定阈值“已产生信息量”

在实际的阈值处理中,根据图像质量劣化的观点,实用上不能采用很大的判定阈值。因此提出作成对块活动值限幅的频数分布表。图46和图47中给出了这种情况。

如图46中那样地,如以LMT对块活动值进行限幅,该LMT以上的块频数在频数分布表中全部登记为LMT。

结果,在LMT处的块频数增大了。应该算出的块频数和为倾斜部分。

与该频数分布表对应的累加型频数分布表示于图47。(21)~(24)式中所示的累加运算,并不是在块活动值的最大值 n 上,而是在从块活动值为LMT一直到0的区间内进行。

应该算出的块频数和,为阈值TH座标的累加块频数 I 。如这一例子中所示那样地,得到与图45相同的结果。依靠在频数分布表的块活动值中引入限幅,能缩短作成累加型频数分布表的时间,并能实现频数分布表存储空间的小型化。

作为应用这种方法的范围,可以考虑两种情况,即每一层的限幅

值LMT可变的情况和全部各层中的限幅值LMT均固定不变的情况。

前者用于各层的层间差分值分布有明显不同时,后者则用于各层的层间差分值分布无显著差别时。

图48示出了分层编码处理的流程图,步骤SP2在存储层号的分层计数器I中登记“4”,以确定这一分层编码的范围。

在步骤SP3,由“已产生信息量”的运算生成分层数据;在步骤SP4,检测各块活动性。对于该活动性,在步骤SP5中作成图42中上述多元频数分布表并加以登记,借此进行“已产生信息量”的控制,以确定最佳控制值。

在步骤SP6,在编码器侧,根据该控制值进行分层编码。亦即,在开始时,对最上层即第五层数据进行编码和复合。这一结果成为下一层处理的初始值;在步骤SP7,生成与下一层的层间差分值。在步骤SP8,根据前面决定的“已产生信息量”控制值执行下一层中的分割选择和编码。

各层处理后,在步骤SP9将分层计数器I减一。然后,在步骤SP10,对分层计数器I的内容进行结束判定。在未结束的情况下,继续进行下一层处理。在所有分层处理结束的情况下退出循环,在步骤SP11,结束处理。

由以上“已产生信息量”的控制,能进行图像质量劣化不大、压缩率高的分层编码。

(4) 其他实施例

(4-1) 上述实施例中所描述的虽然是,以各有关块的上层数据得到的解码数据与下层数据的差分值的最大值来判断块活动性P

的情况,但本发明并不局限于此,也可以依靠块内的平均误差和绝对值和、标准偏差和 n 次方和、甚至是大于阈值的数据频数来进行判定。

(4-2) 上述实施例中所描述的虽然是,在编码器中对图像数据进行PCM编码的情况,但本发明并不局限于此,同样也应用其他的、例如,正交编码等编码方式。

(4-3) 上述实施例中所描述的虽然是,将各层得到的频数分布表阈值的有关多个组合存储在ROM中,求“已产生信息量”最接近目标值的阈值组合的情况,但本发明并不局限于此,也可以对每一层单独地设定。

(4-4) 上述实施例中所描述的虽然是,以对最下一层数据求2行×2像素的平均值来求上一层图像数据的情况,但本发明并不局限于此,也可以按其它组合来求平均值。

(5)如上述那样地根据本发明,在将图像数据依次递归地分割成由不同的多个分辨率构成的多个分层数据以后,进行编码时,对分层数据的给定块判定块活动性,由与块活动性对应的块的频数分布来设定对下一层数据作分割处理的判定基准,即阈值,由此就能容易地实现不降低压缩率的图像数据分层编码方法。

[7] 第六实施例

(1) 第六实施例图像编码装置

如图49中所示那样地,第六实施例图像编码装置100具有与第三实施例(图11)情况下相同的原理结构,由对输入图像数据D31进行分层编码并输出的分层编码用的编码器单元100A和对分层编码用的编码器单元100A中“已产生信息量”加以控制使其到达目标值

的“已产生信息量”控制单元 100B 构成。

分层编码用的编码器单元 100A 由数据延迟用的存储器 M1 (图 50) 和编码器构成。其中, 存储器 M1 设置在输入级中, 该输入级能将数据延迟, 使得在“已产生信息量”控制单元 100B 中确定最佳控制值以前, 不进行编码处理。

另一方面, 这样来构成“已产生信息量”控制单元 100B, 输入图像数据输入以后, 设定适合于处理对象数据的最佳控制值 S1, 将其输出到分层编码用的编码器单元 40A, 由此使得该分层编码用的编码器单元 40A 能高效率地进行编码。构成所谓前馈型缓冲结构。

(2) 分层编码用的编码器单元

分层编码用的编码器单元 100A 如图 50 中所示那样地, 使得能生成五层分辨率不同的压缩图像数据, 除使得输入图像数据 D31 是通过存储器 M1 输入和编码器 51~55 为如图 51 中所示那样的构成这两点外, 具有与图 12 和图 13 中的上述同样的构成。

此时的编码器 51~55, 利用存在于同一空间内信号之间的关系来进行块分割判定。亦即, 在图 51 中编码器 54 将差分数据 D44 输入到编码电路 54A, 同时, 输入到彩色信号检测电路 54B 和亮度信号检测电路 54E。亮度检测电路 54E 提取差分数据 D44 中所包含的亮度分量, 接着, 由活动性检测电路 54F 检测提取的亮度分量的每个块的活动性。阈值判定电路 54G 将检出的亮度信号活动性与给定的阈值相比较, 再将由此得到的阈值判定结果送到接着的阈值设定电路 54H。在阈值设定电路 54H 中, 在阈值判定电路 54G 中的判定结果表示是亮度信号活动性大于给定阈值的情况下, 设定较小的阈值; 而在表示是亮度信号活动性小于给定阈值的情况下则设定较大的阈值。

这时, 阈值设定电路 54H 决定按照最佳控制值设定的阈值的大小。把这样设定的阈值送到阈值判定电路 54D。

在编码器 54 中, 由活动性检测电路 54C 检测由彩色信号检测电路 54B 提取的彩色信号分量的每个块的活动性, 并将由此得到的彩色信号活动性送到阈值判定电路 54D。

阈值判定电路 54D, 按阈值设定电路 54H 中所设定的阈值对彩色信号活动性进行阈值判定, 根据该判定结果来控制编码电路 54A 中的块分割。亦即, 彩色信号活动性在所设定的阈值以上的情况下进行块分割, 与此相反, 在不足阈值时, 不进行块分割。

这样, 在编码器 54 (编码器 51~53 也相同) 中, 一旦根据亮度信号的活动性设定了阈值时, 就利用这一设定的阈值来判定彩色信号的活动性, 按照该判定结果来控制块的分割。

这里所说的活动性 (activity) 在将对应于上一层数据的下一层数据区域定义为“块”的情况下, 是指以给定块内层间差分数据 D41~D44 的最大值、平均值、绝对值和、标准偏差或 n 次方和等表示的相关值。也就是说, 在活动性低时, 该块可以称为平坦块。

这时, 编码器 51~54 在块活动性大于给定阈值的情况下, 就将该块作为分割块, 对该块的数据进行编码并传送, 同时, 还把表示该块为分割块的分割判定标志附加上去, 并传送。

与此相反, 在块活动性不足给定阈值的情况下, 编码器 51~54 即将该块作为不分割块, 不传送该块的数据, 同时把表示该块的不分割块的不分割判定标志附加上去, 并传送。此不分割块在解码装置侧被上一层数据替换。

(3) 分割处理

在本实施例的分层编码方式中, 采用判定标志在其以下的下一层中的判定中不反映的方法(后面, 称之为独立判定法)。亦即, 在独立判定法中, 各层独立地进行根据每次阈值判定的分割选择处理。例如, 即使是在一旦作了不分割判定的块中, 在接着的下一层中也要重新进行活动性的判定, 以此重新选择分割还是不分割。结果, 在利用独立判定法的分层编码方式中, 由于在上一层中不受下一层判定标志的影响, 就能实现图像质量劣化很少的分层编码。

加到有关结构上, 在分层编码用的编码器单元 100A 中, 不独立地执行彩色信号的分割判定, 而是考虑与彩色信号间具有相互关系的同一空间的亮度信号, 这样进行彩色信号的分割判定。

在分层编码用的编码器单元 100A 中, 按照亮度信号的块活动性来改变用于彩色信号的块分割判定中的阈值。

亦即, 在分层编码用的编码器单元 100A 中, 假定彩色信号上一层数据的数据值为 $X_{i+1}(0)$ 、彩色信号下一层数据的数据值为 $X_i(j)$ $[j=0\sim3]$ 、彩色信号层间差分编码值为 $\Delta X_i(j) = X_{i+1}(0) - X_i(j)$ $[j=0\sim3]$ 、彩色信号块活动性判定函数为 $G(\cdot)$ 、彩色信号块活动性 $ACT_c = G(\Delta X_i(j))$ $[j=0\sim3]$ 、同一空间的亮度信号块活动性为 ACT_y 时, 在亮度信号块活动性 ACT_y 大于给定阈值 TH_0 的情况下, 将彩色信号分割判定的阈值 TH 设定为 TH_{0c} , 而在亮度信号块活动性 ACT_y 不足阈值 TH_0 的情况下, 则将彩色信号分割判定的阈值 TH 设定为 $TH_{1c}(> TH_{0c})$ 。

在分层编码用的编码器单元 100A 中, 在彩色信号块活动性 ACT_c 大于阈值 TH 的情况下, 实行下一层中的分割; 与此相反, 在彩色信号块活动性 ACT_c 不足阈值 TH 时, 则中止下一层中的分割。

这里, 例如, 在亮度信号块活动性 ACT_y 大于阈值 TH_0 的情况下, 这表示像物体轮廓部分那样亮度信号变化很大的情况, 在这种情况下, 分层编码用的编码器 100A 采用较小的分割判定阈值 TH_{0c} 作为彩色信号的判定阈值 TH , 以此来控制使得执行与亮度信号相同的分割。

与此相反, 在亮度信号块活动性 ACT_y 不足阈值 TH_0 的情况下, 这表示亮度信号的变化不大, 在这种情况下, 分层编码用的编码器 100A 采用比分割判定阈值 TH_{0c} 大的分割判定阈值 TH_{1c} 作为彩色信号的分割判定阈值 TH , 以此提高压缩率。

这里, 正如实施例那样地, 按照亮度信号块活动性 ACT_y 改变阈值 TH 来控制彩色信号分割的情况, 与在一定的阈值下判定块活动性来控制彩色信号分割的情况两者的信号波形加以比较, 如图 53 中所示。

在图 53 中, 为说明起见, 示出了一元信号的波形, 同时, 假定以彩色图像作为编码对象。在此例中, 如图 53 (A) 和 (B) 中所示那样, 为对像物体边缘那样亮度信号急剧变化、且彩色信号的变化相对于亮度信号的变化较小的信号进行编码的情况。

对这样的彩色图像信号, 在以一定的阈值进行块活动性判定以后来控制其分割的情况下, 彩色信号的分割结果如图 53 (C) 中所示。这里, 图 53 (C) 表示彩色信号表示的全部块均选择为不进行分割处理的情况。

由图 53 (C) 可清楚地看出, 在以一定的阈值进行块活动性的判定来控制彩色信号的分割的情况下, 在彩色信号变化较小的情况下由于亮度信号与彩色信号分割判定的结果不同, 即使是物体的边缘,

也有选择不分割处理的。结果, 由于采用上一层数据作为不分割块的恢复值, 故使信号波形呈阶梯形。虽然一般为不明显的阶梯波形, 但在亮度信号急剧变化点附近的平坦部分上, 这种阶梯波形被认为是彩色信号图像质量的劣化。

特别是在亮度信号与彩色信号的块的大小不同等情况下, 由于存在于同一空间内亮度信号与彩色信号的处理不同, 使图像质量明显变差。这样, 产生了基于彩色信号的图像质量劣化。

与此相反, 在按照亮度信号块活动性 ACT_y 改变阈值 TH 来控制分割的情况下, 如图 53 (D) 中所示那样地, 在图中央的物体轮廓部分那样的亮度信号变化大的块中, 要进行彩色信号的分割。

因此, 亮度信号与彩色信号的分割判定结果相一致。所以, 能够免除物体轮廓部分上因彩色信号的阶梯波形引起的图像质量劣化。

也就是说, 在对彩色图像那样由多个信号构成的图像应用分层编码的情况下, 各个信号不是独立地对每个块进行分割判定, 而是由考虑到存在于同一空间内的信号间的关系来进行分割判定, 因而能提高图像质量。

这样, 在分层编码装置 100 中, 既能提高压缩效率, 同时, 又能减少图像质量的劣化。

顺便说一下, 图 54 示出了由分层编码装置 100 进行分层编码处理的流程图, 步骤 SP2 在存储层号的分层计数器 I 中登记“4”, 以确定这一分层编码的范围。

在步骤 SP3, 由“已产生信息量”控制单元 100B 进行“已产生信息量”的运算, 生成分层数据, 在接着的步骤 SP4 检测各块活动性。“已产生信息量”控制单元单元 100B 根据此活动性在步骤 SP5 决定

最佳控制值 S1。

在步骤 SP6 分层编码用的编码器单元 100A 根据最佳控制值 S1 执行分层编码。亦即，在开始时，对最上层即第五层数据进行编码和复合。这一结果成为下一层处理的初始值；在步骤 SP7，生成与下一层的层间差分值。在步骤 SP8，根据步骤 SP5 中决定的最佳控制值 S1 进行下一层中的分割选择和编码。

各层处理后，在步骤 SP9 将分层计数器 I 减 1。然后，在步骤 SP10，对分层计数器 I 的内容进行结束判定。在未结束的情况下，继续进行下一层的处理。在所有分层处理结束的情况下，退出循环，在步骤 SP11，结束该分层编码处理。

(4) 实施例的效果

如根据上述构成，在进行由上一层向下一层的块分割时，考虑到存在于同一空间内信号之间的关系进行分割判定，借此，就能够实现压缩效率高且图像质量劣化减小的图像编码方法。

(5) 其他实施例

(5-1) 上述实施例中所描述的虽然是，把亮度信号和彩色信号作为形成图像的、互相间具有相互关系的信号，根据亮度信号的块活动性来改变彩色信号的分割阈值的情况，但本发明并不局限于此，例如，把 RGB 三基色信号作为互相间具有相互关系的、形成彩色图像的的信号，根据 RGB 中一个信号的特点来改变其他信号的分割阈值也可以，要点在于根据互相间具有相互关系的信号关系，来选定分割阈值即可。

(5-2) 上述实施例中所描述的虽然是，将按照本发明的图像编码方法应用于各层独立地每次判定阈值、进行分割处理的独立判

定法的情况,但本发明并不局限于此,在应用于按照上一层的分割判定一旦中止了下一层的分割时,就中止其下的下一层分割的判定方法的情况下;进而,在应用于在得到表示块活动性小于给定阈值的判定结果时,即临时产生为使与此块对应的多个下层块的分割方法中止的分割中止标志,同时,在得到表示多个下层块中至少一个块的块活动性成为给定阈值以上的判定结果时,就将分割中止标志变更为分割继续标志的判定方法情况下,都能得到与上述实施例相同的效果。

而且,本发明还不局限于此,还能广泛应用于分层编码方式中分层数据内存在着分辨率不同的多个块的情况中。

(6)如上述那样地根据本发明,将图像数据依次递归地分割成由不同的多个分辨率构成的多个分层数据进行编码,同时,对除分辨率最低的最上层数据外的分层数据的给定块进行块活动性判定,在该块活动性不足给定阈值时,中止与进行了活动性判定的块对应的下一层数据的块分割并将分割中止标志作为判定标志传送,在这种图像编码方法中,在相互间具有相互关系的多个形成图像的信号中,根据第一个信号选定上述阈值,将该阈值与具有上述相互关系的信号中的第二个信号的块活动性相比较,以此来判定该第二信号的活动性,根据该判定结果来控制块分割,由此就能在对图像数据进行分层编码时提高压缩效率,同时,还能降低图像质量的劣化。

[8] 第七实施例

(1) 第七实施例的图像编码装置

第七实施例的图像编码装置 110,在关于图 11~图 18 的上述第四实施例的结构上增加以后,如图 55 中所示,将由分层编码用的编

码器单元 110A 得到的分层编码数据 D51~D55, 在传送块形成单元 111 中重新形成传送块, 并作为传送数据 D_{out} 送出。

(2) 传送块的数据构成

这里, 按上述那样的“已产生信息量”控制方式, 在分层编码用的编码器单元 110A 中生成的数据, 可分类成为编码器 55 (图 55) 输出的最上层解码数据 D55 等的固定长数据, 和编码器 51~54 输出的第一~第四层差分值编码数据 D51~D54 的可变长数据。

为此, 在该分层编码用的编码器单元 110A 中, 如图 56 中所示那样地, 将构成图像的每一帧中各固定长数据加以汇总, 形成固定长数据块 120, 同时, 将该帧的各可变长数据汇总, 形成可变长数据块 121, 依靠将该可变长数据块 121 排列在固定长数据块 120 之后, 形成传送用的单位数据块 122 (下面, 称之为传送块 122) 依次送出到传送通路。

实际上, 在传送块 122 中, 配置有由表示用于识别固定长数据块 120 的起始部分 (亦即, 传送块 122 的起始部分) 中的数据块 122 的起始位置的 SYNC 码和图像数据内容的信息码 (下面, 称为识别信息码) 等构成的传送块识别码 C1。在传送块 122 中, 紧接在传送块识别码 C1 之后排列最上层编码数据 D55, 这样, 在利用识别码搜索所需图像时, 依靠利用信息量少的最上层编码数据 D55, 就能使图像高速地依次恢复。这样, 就能实现再现中的高速数据检索 (一览表) 功能。

在上述那样的分层编码方式中, 因为由分层编码用的编码器单元 110A 中编码器 51~55 分别输出的上述分割判定标志所构成的、用于在解码侧形成图像的判别码 (下面, 将其汇总称为层间数据分割

判定码)的数据长分别等于各层中的全部块数,所以该数据长分别为固定长数据。

为此,在传送块 122 中,正如由图 56 可清楚地看出的那样,把由在解码侧用于形成每层图像的这些判别码构成的层间数据分割判定码 C2,配置到紧接在最上层编码数据 D55 之后,这样,即使在执行了上述“已产生信息量”控制之后,也能将存在于最上层分层编码的数据 D55 和层间数据分割判定码 C2 合到一起的区域内的数据,在整体上作成固定长。

在可变长数据块 121 中,依次排列形成第四~第一层差分值编码数据 D54、D53、D52、D51,在该可变长数据 121 之后,紧接着附加用来识别传送块 122 结束的传送块结束码 C3。

在上述结构式中,把在该图像编码装置里分层编码用的编码器单元 110A 中生成的数据,在每帧中,各固定长数据之后排列各可变长数据,由此形成传送块 122,并将其送到传送信道。

从而在解码侧,即使某一可变长数据中产生了差错的情况下,仍能将固定长数据块 120 中的数据定义无误地解码。这样,就能使这种图像编码装置对传送数据中的差错带有坚固性(robustness)。

在此图像编码装置 110 中,在传送由上述那样的“已产生信息量”控制方式所生成的数据时,紧接在传送块识别码 C1 之后排列最上层编码数据 D55 并输出,由此,在解码侧附加了一览表功能的情况下,在检出传送块识别码 C1 之后,就能在短时间内访问到最上层编码数据 D55。

如果根据上述构成,则能够容易地实现具有多个分辨率的分层编码。能使分层编码用的编码器单元 110A 编码后输出的传送图像

数据的总“已产生信息量”与目标值基本上一致,从而能实现不降低压缩率的编码。还能实现图像质量劣化小的分层编码。而且能比历来更容易地管理分层编码时的“已产生信息量”。

另外,由于能考虑到每一层的图像信号数据的性质和人类的视觉特性来设定最佳的阈值,与一律相同地设定阈值的情况相比,能使接收侧主观上会感到图像质量得到进一步提高。

(3) 有关第七实施例的其他实施例

(3-1) 上述实施例中所描述的虽然是,以各有关块的上层数据得到的解码数据与下层数据的差分值的最大值来判断块活动性的情况,但本发明并不局限于此,也可以依靠块内的平均误差和绝对值和、标准偏差和 n 次方和、甚至是大于阈值的数据频数来进行判定。

(3-2) 上述实施例中所描述的虽然是,按原样利用每层得到的频数分布表的情况,但本发明并不局限于此,也可以由频数分布表作成累加型频数分布表,将其用于计算“已产生信息量”。

亦即,可以在每层的频数分布表生成以后,求由块活动性的上层值一直到各块活动值的块频数累加值,将各累加值写入与各块活动值对应的地址上,作成累加型频数分布,这也是可以的。这样一来,与各块活动性对应的频数就成为具有该块活动性以上的值的块频数的累加值。

如果这样地预先生成累加型频数分布表,就不需要算出与各阈值对应的块频数累加值了,仅由读出存储器的阈值地址,就能算出块频数累加值,从而能大幅度地减少计算所需的时间。

(3-3) 上述实施例中所描述的虽然是,将每层设定不同值的阈值与块活动值相比较来判定块的分割/不分割的情况,但本发明并

不局限于此,也可以将每层设定不同值的阈值与层间数据的差分值相比较,根据比较的结果来判定块的分割/不分割。

(3-4) 上述实施例中所描述的虽然是,在编码器中对图像数据进行PCM编码的情况,但本发明并不局限于此,同样也应用其他的、例如,正交编码等编码方式。

(3-5) 上述实施例中所描述的虽然是,将各层得到的频数分布表阈值的有关多个组合存储在ROM中,求“已产生信息量”最接近目标值的阈值组合的情况,但本发明并不局限于此,对每一层单独地设定。

(3-6) 上述实施例中所描述的虽然是,以对最下层数据求2行 \times 2像素的平均值来求上层图像数据的情况,但本发明并不局限于此,也可以按其他组合来求平均值。

(4)如上述那样地根据本发明,在将图像数据依次递归地分割成分辨率相互不同的多个分层数据进行编码的图像编码装置中,在将含有经过编码的各层数据的传送数据输出到给定的传送信道时,将该传送数据分为形成图像的每个给定单位的固定长数据和可变长数据,在将固定长数据输出到该传送信道之后,再将可变长数据输出到该传送信道,这样,在解码时,即使在可变长数据中出现差错的情况下,也能正确地检测固定长数据的内容,因而能够实现对传送数据中的差错带有坚固性的图像编码装置和数据传送方法。

产业上利用的可能性

本发明的图像编码装置和方法,可用作例如,电视会议系统和视频点播系统那样的在接收端具有不同分辨率的监视器的系统的信号发送装置。

说明书附图

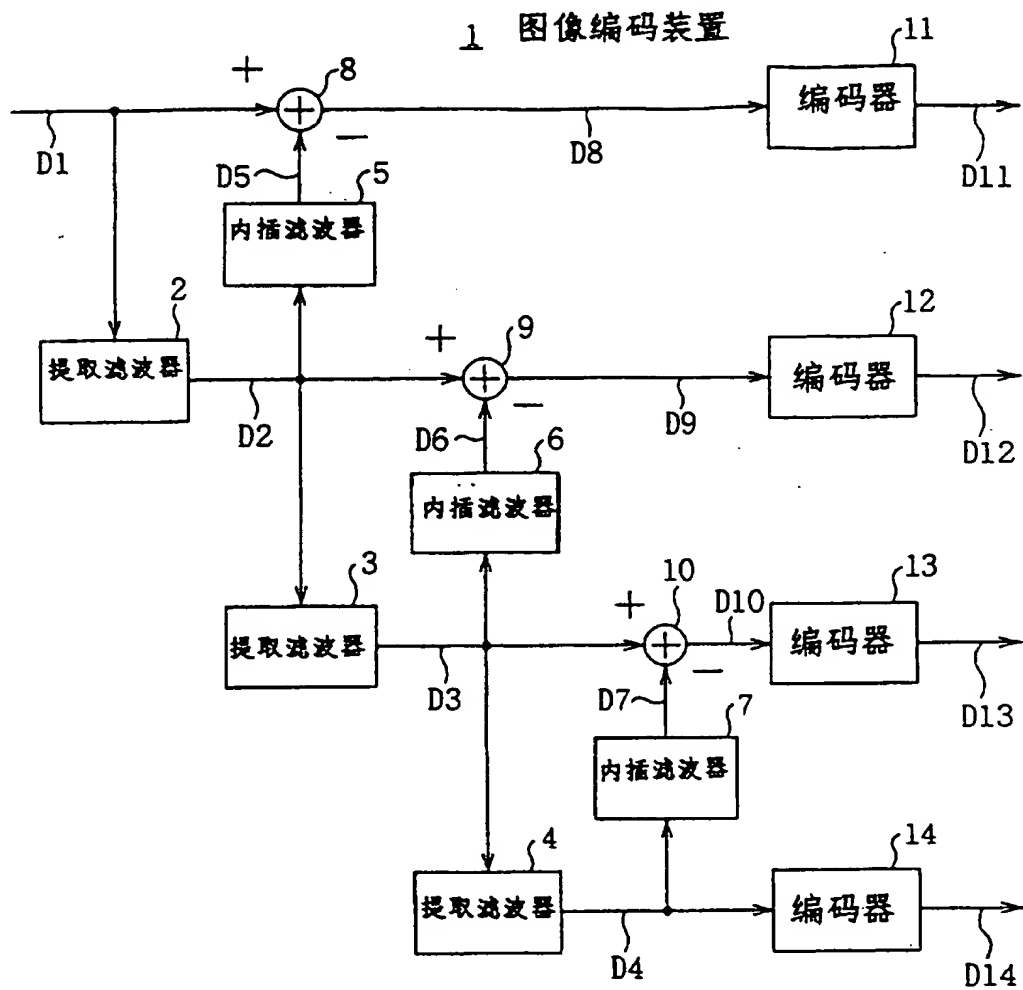


图 1

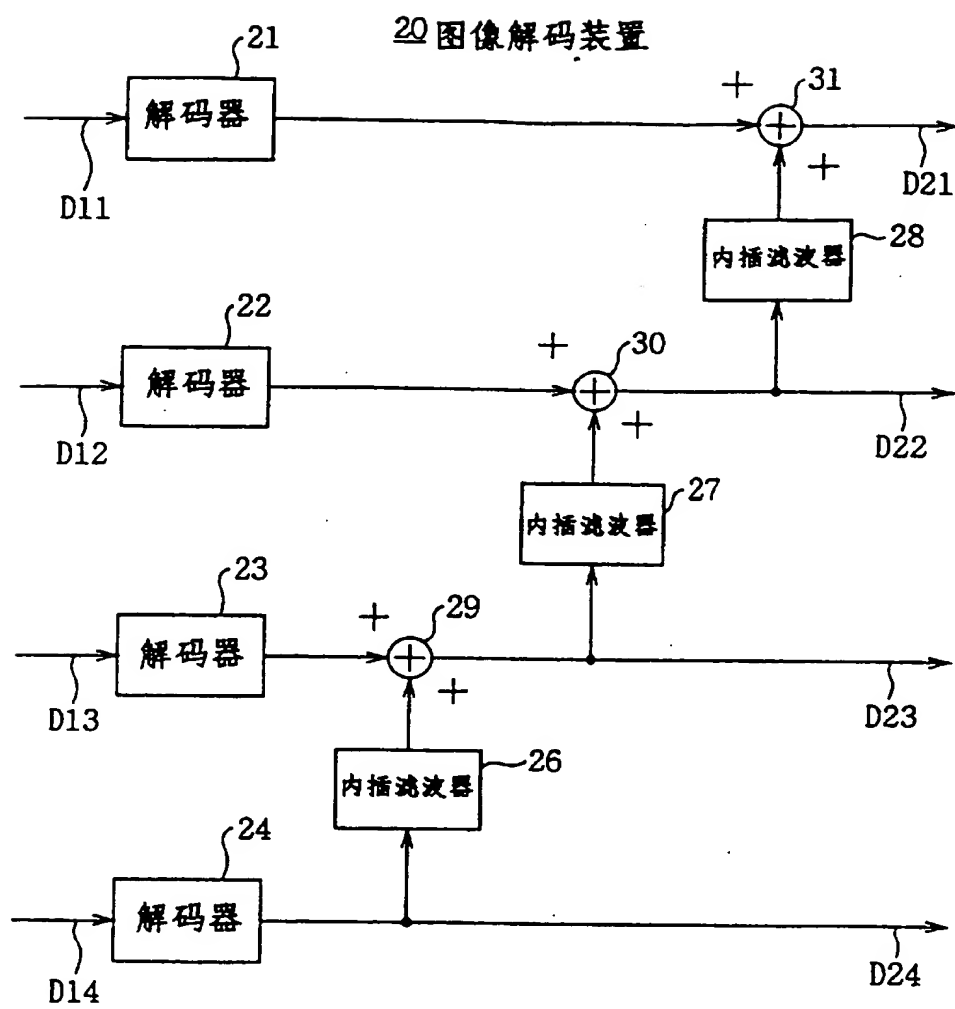


图 2

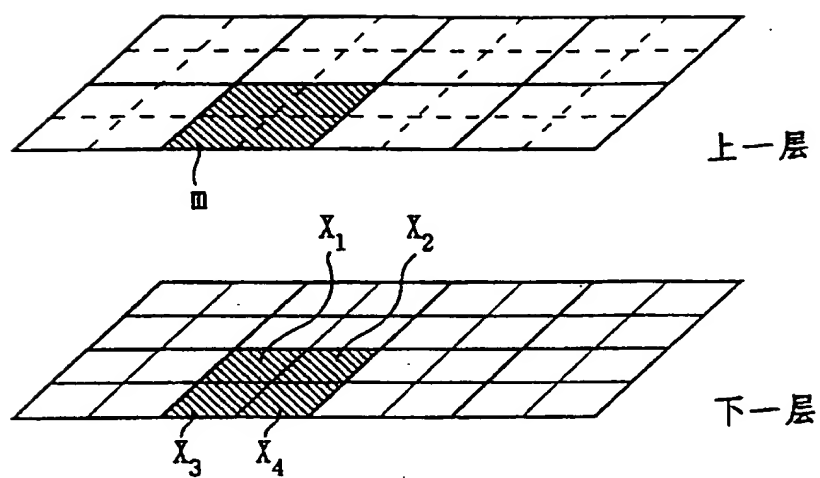


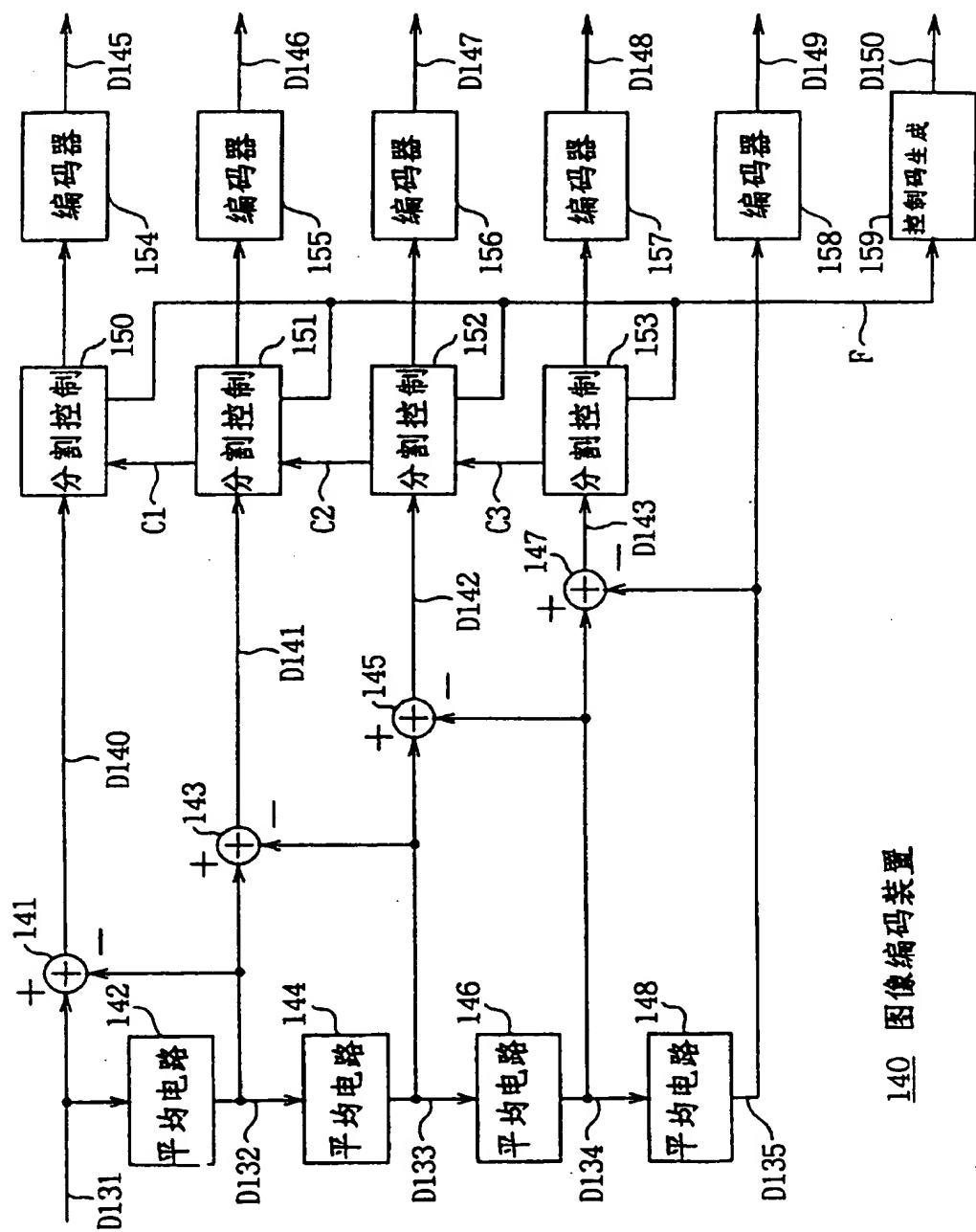
图 3

禁止向下一层分割的条件 (最大差分数据 \leq 阈值)						
标准图像	误差 ≤ 1	误差 ≤ 2	误差 ≤ 3	误差 ≤ 4	误差 ≤ 5	误差 ≤ 6
肤色卡	0.56	0.29	0.21	0.19	0.17	0.15
快艇码头	0.86	0.74	0.65	0.59	0.53	0.48
毛衣和小袋羊毛	0.81	0.59	0.44	0.35	0.29	0.24
埃菲尔铁塔	0.59	0.38	0.30	0.26	0.24	0.22
帽子店	0.82	0.65	0.53	0.45	0.40	0.35
雪中情人	0.65	0.35	0.23	0.18	0.14	0.12
导游板	0.75	0.60	0.53	0.47	0.43	0.40
郁金香花园	0.91	0.87	0.83	0.79	0.75	0.72
色键测试图	0.50	0.30	0.25	0.22	0.20	0.18
平均	0.72	0.53	0.44	0.39	0.35	0.32

图 4

标准图像	原信号	第1层	第2层	第3层	第4层	第5层
肤色卡	30	4	5	5	7	30
快艇码头	58	13	15	16	17	49
毛衣和小袋羊毛	56	6	7	8	11	53
埃菲尔铁塔	52	8	9	9	10	49
帽子店	56	8	12	15	18	49
雪中情人	56	4	6	8	10	54
导游板	68	11	15	18	19	61
郁金香花园	52	17	17	17	16	39
色键测试图	55	8	9	9	10	52
平均	54	9	11	12	13	48

图 5



140 图像编码装置

图 6

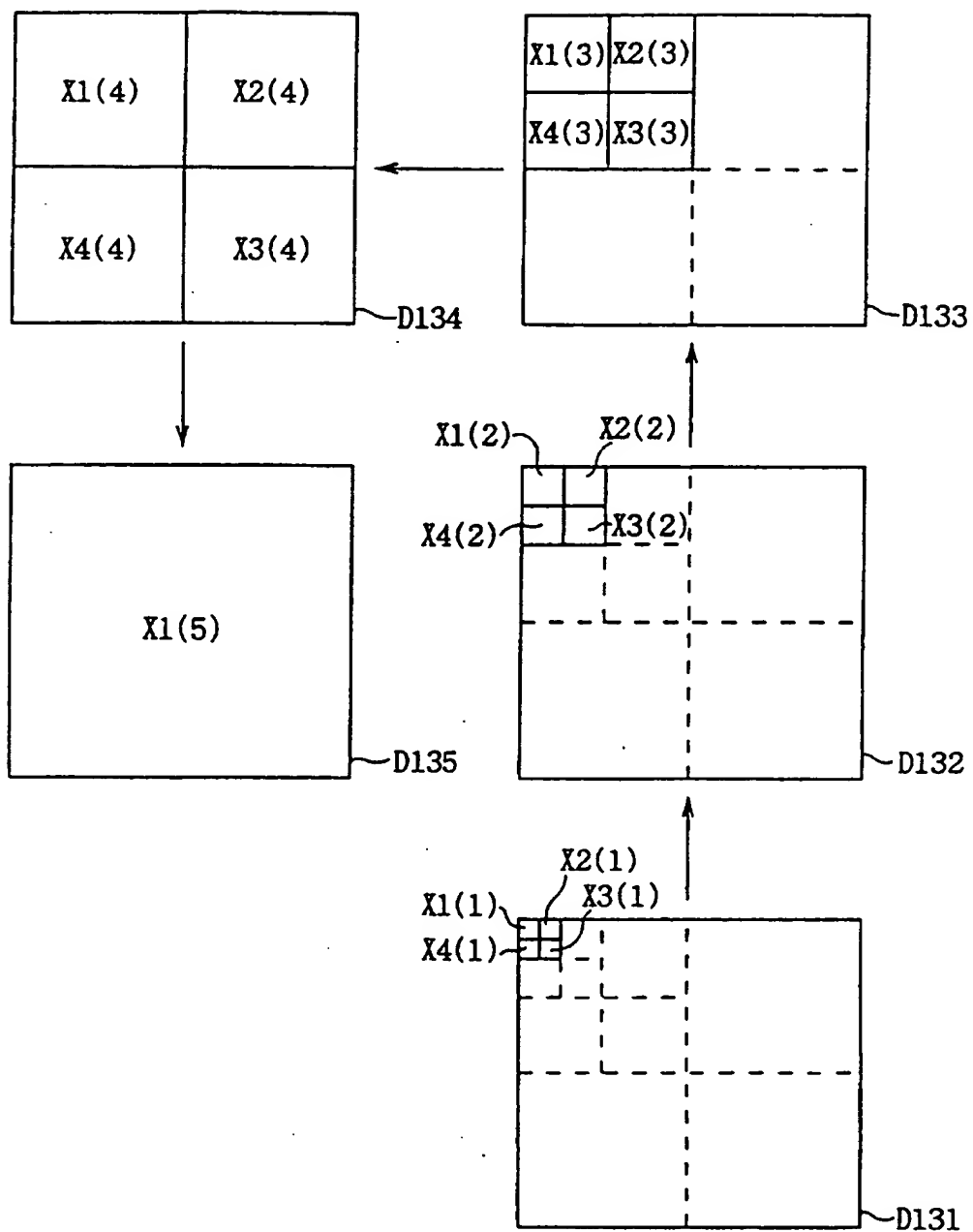
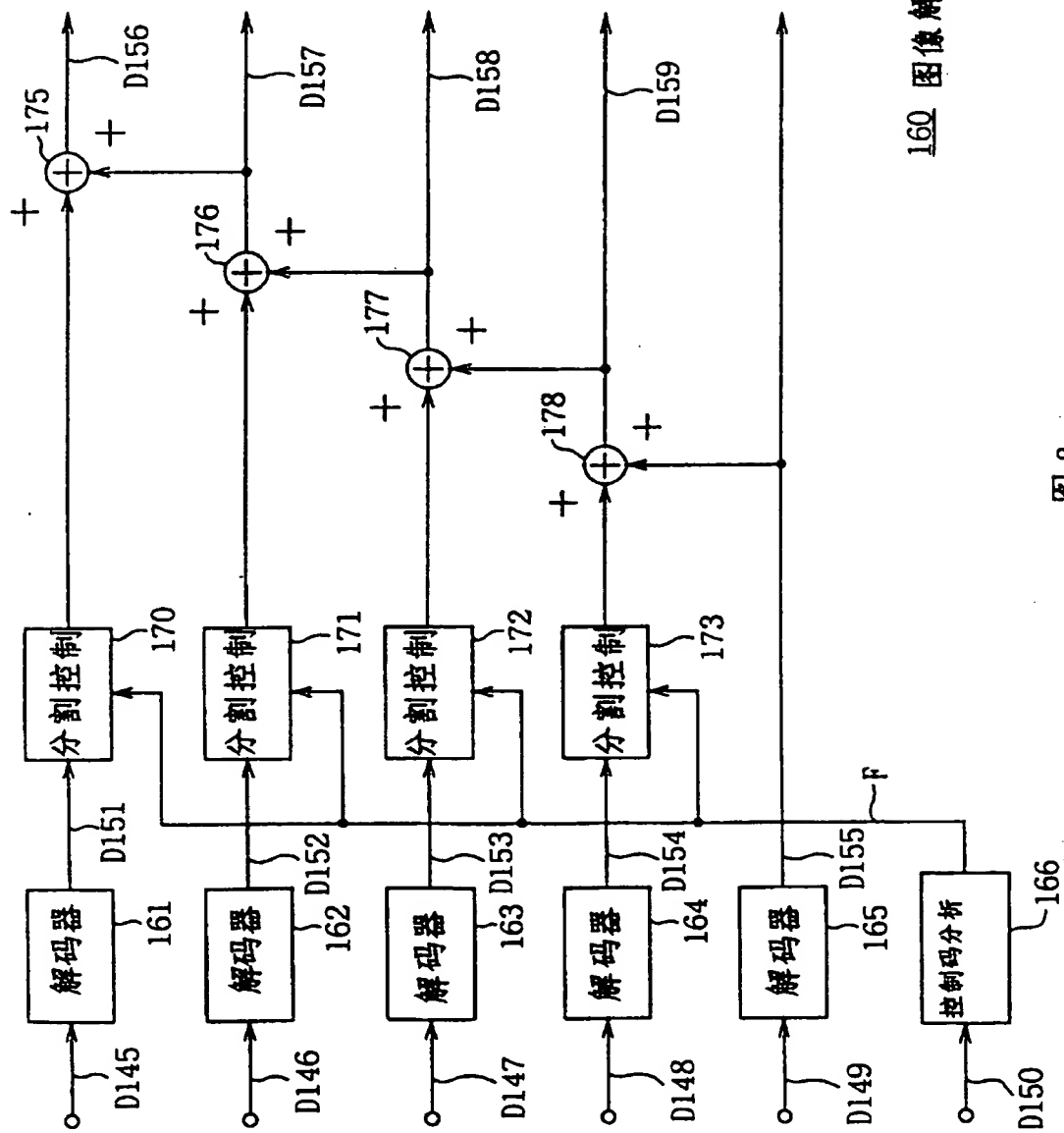


图 7



160 图像解码装置

图 8

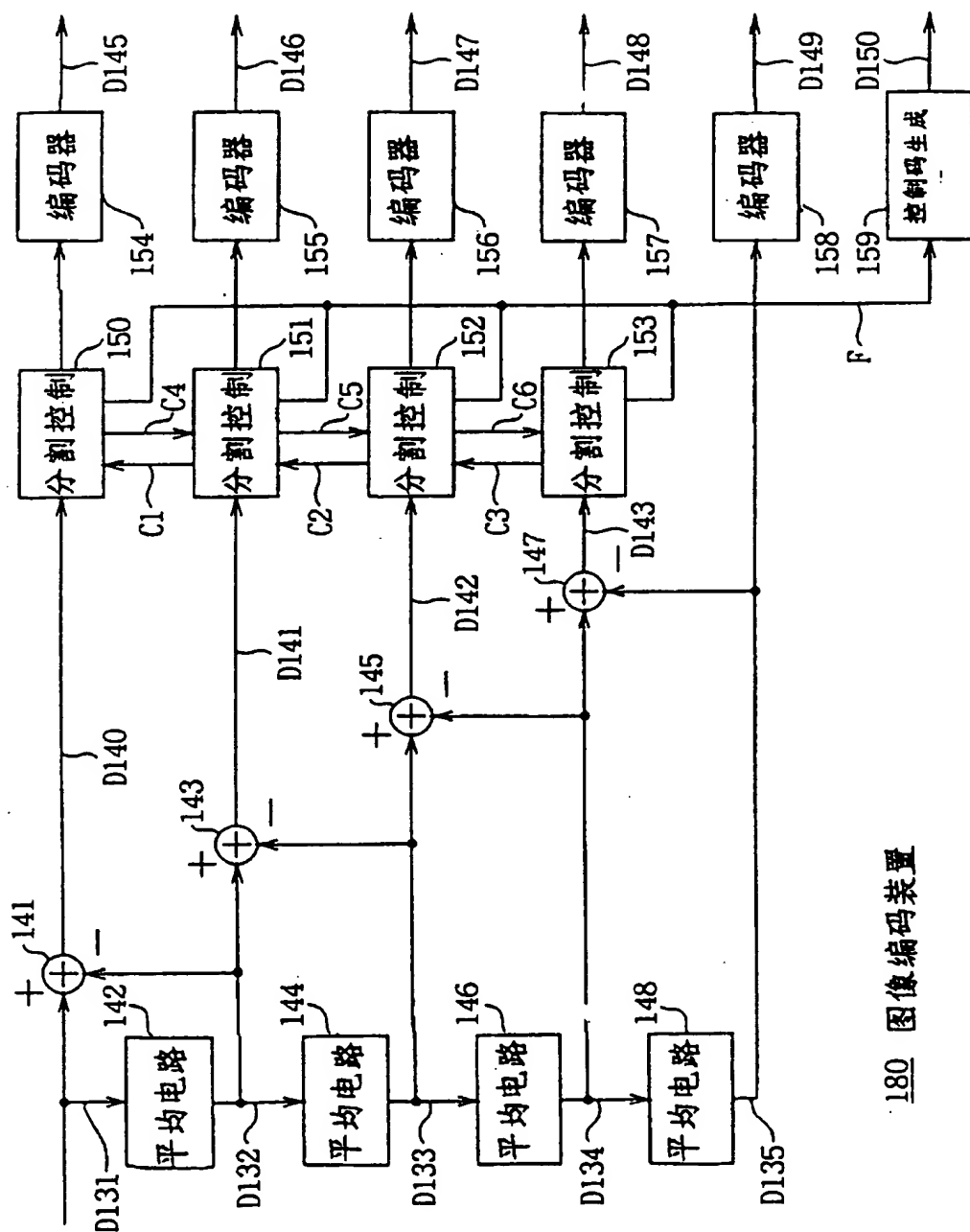
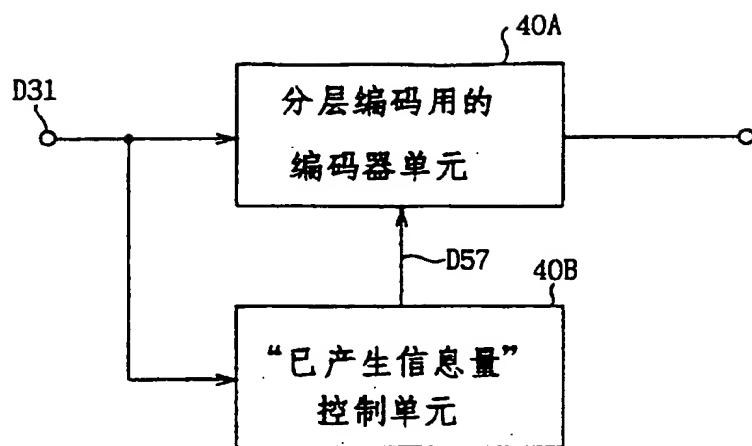


图 9

180 图像编码装置



40

图 11

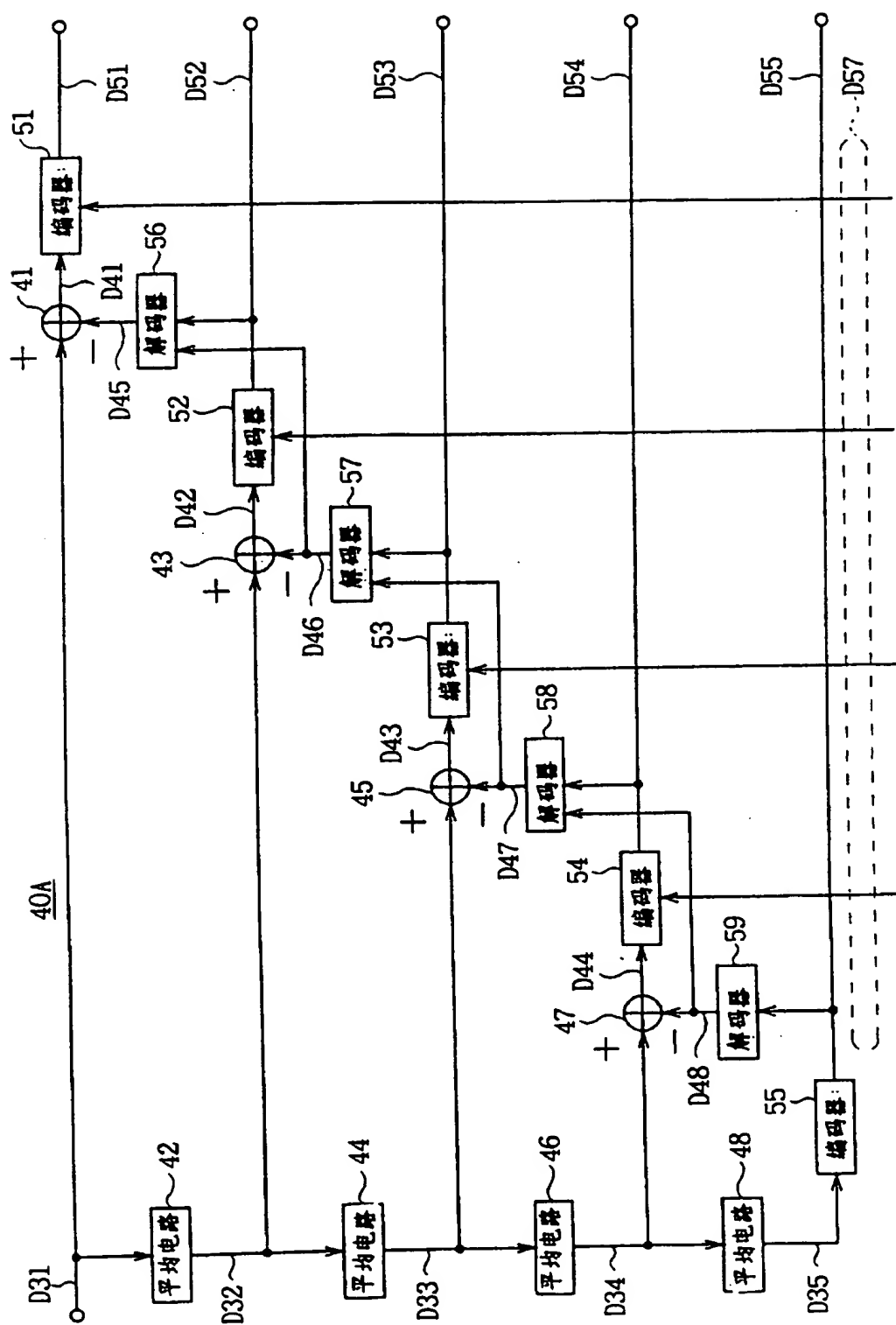


图 12

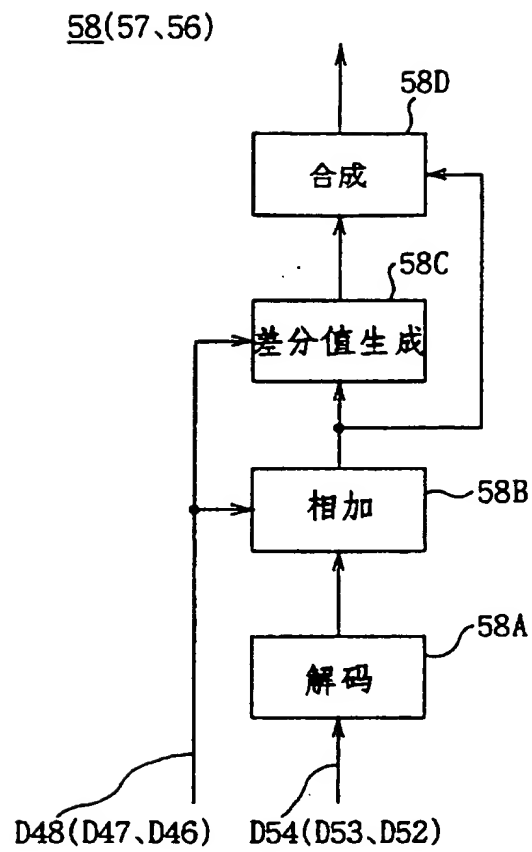


图 13

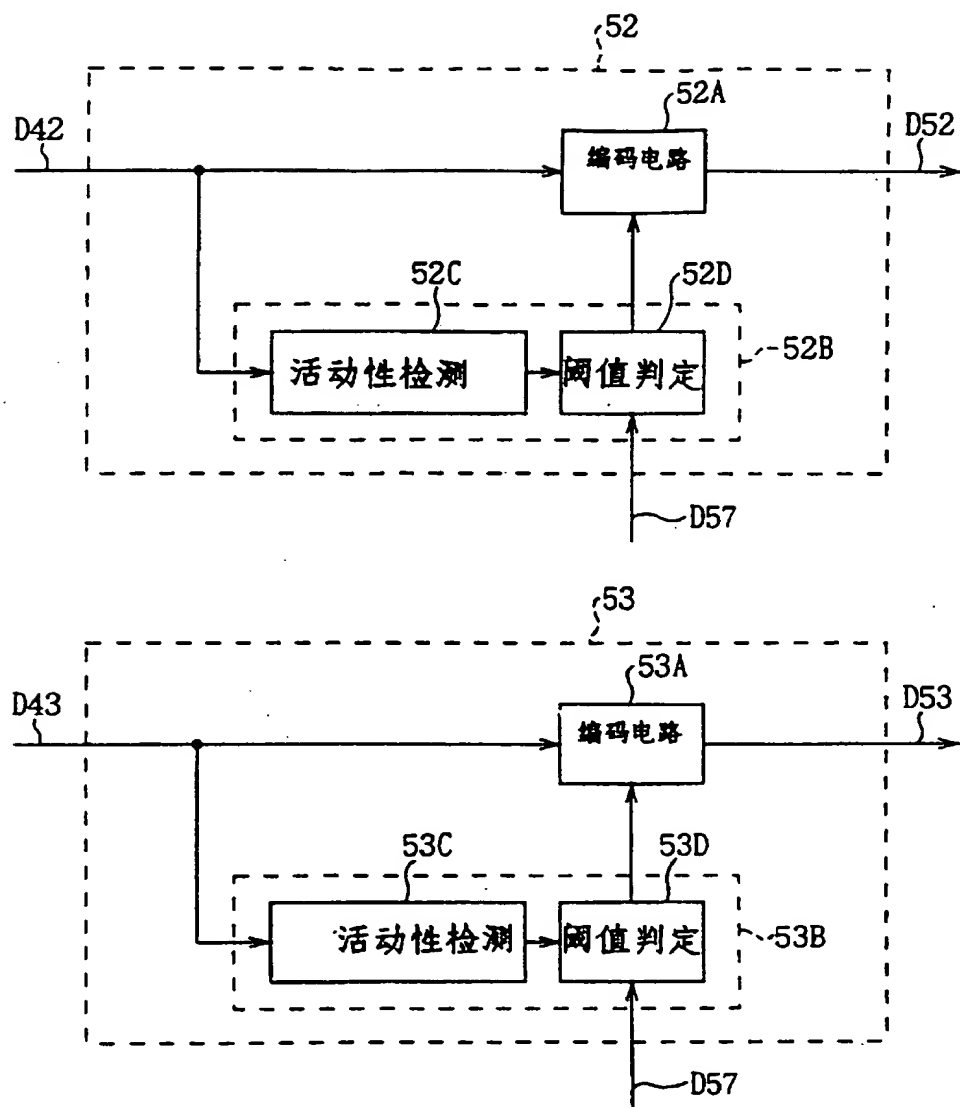


图 14

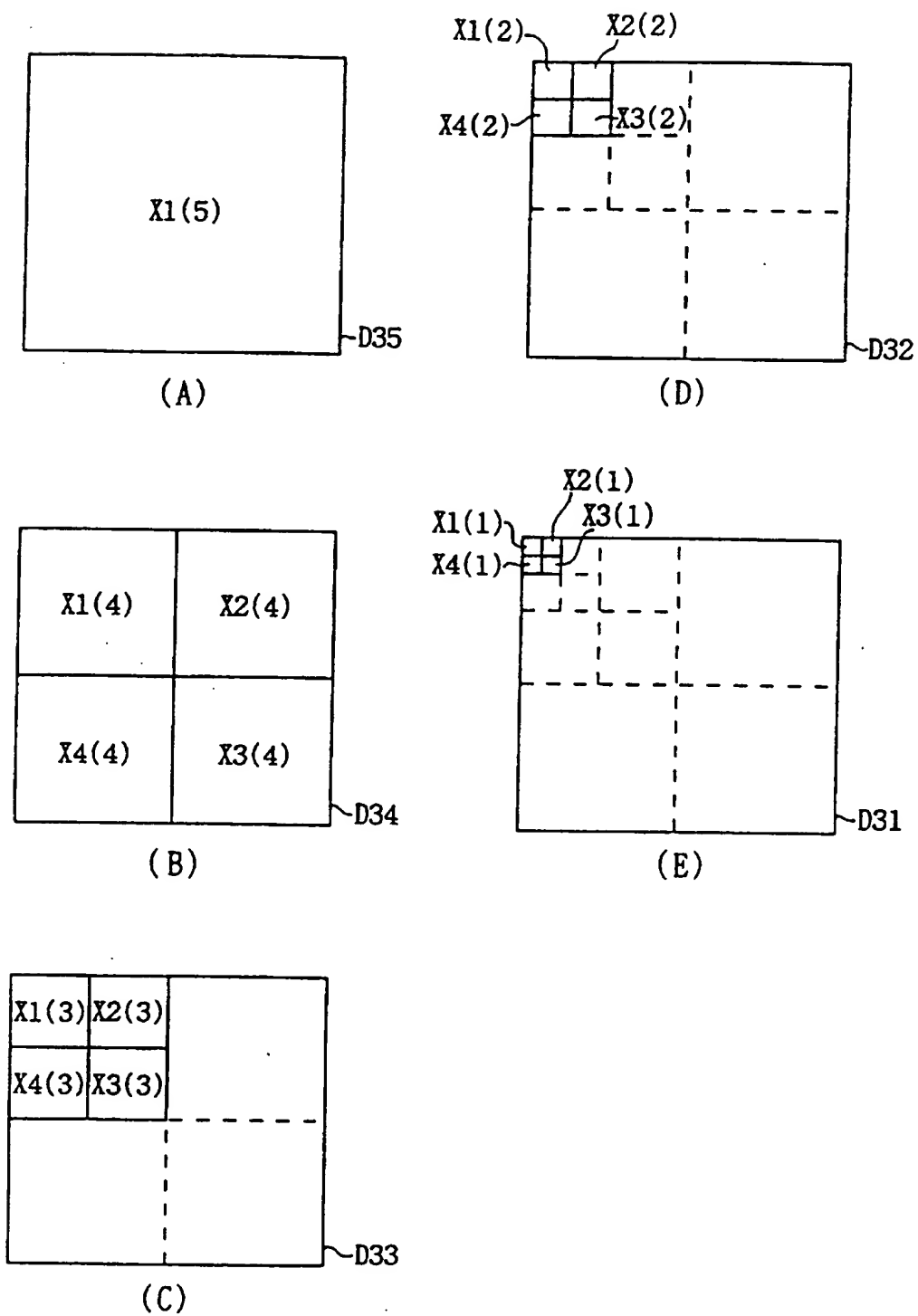


图 15

40B

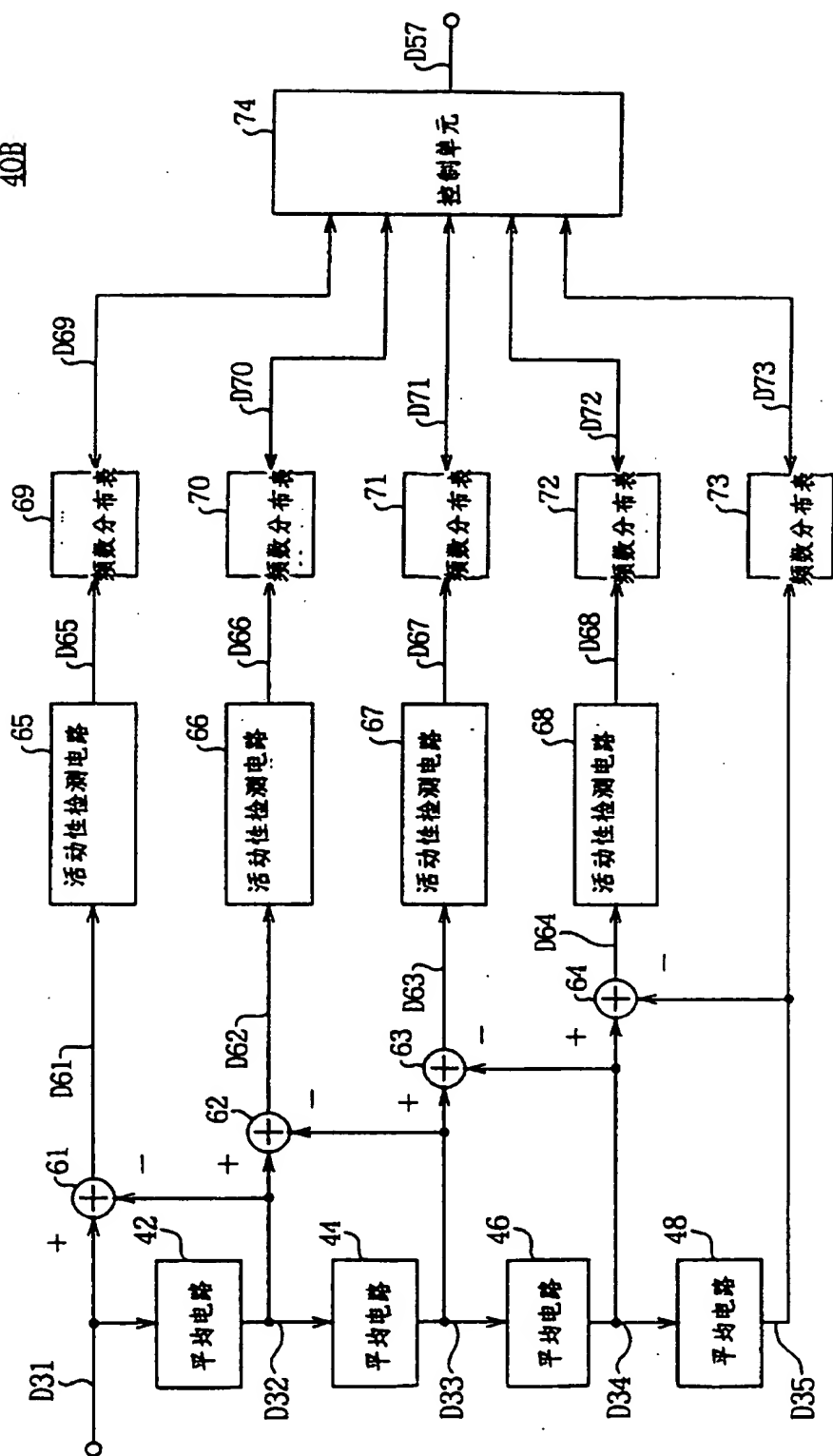
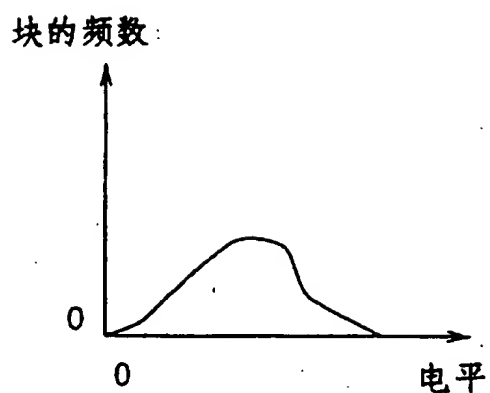
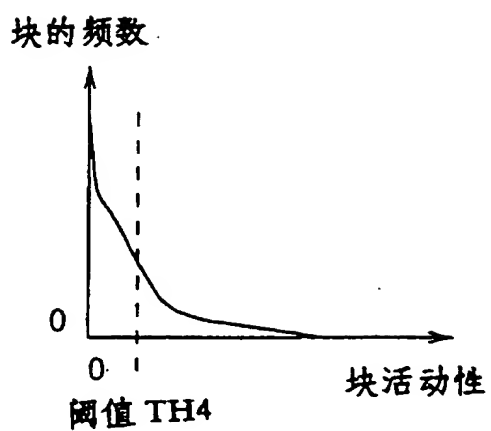


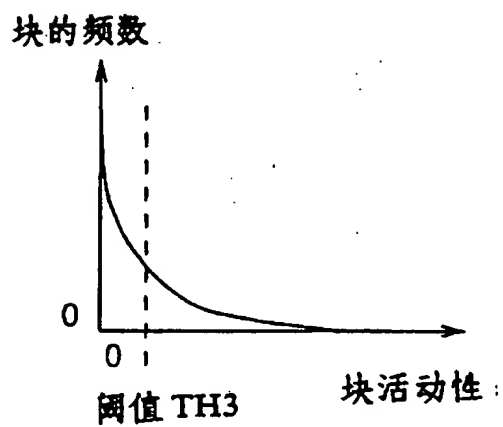
图 16



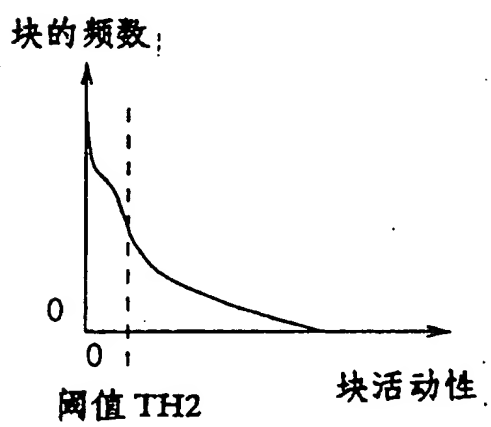
(A)



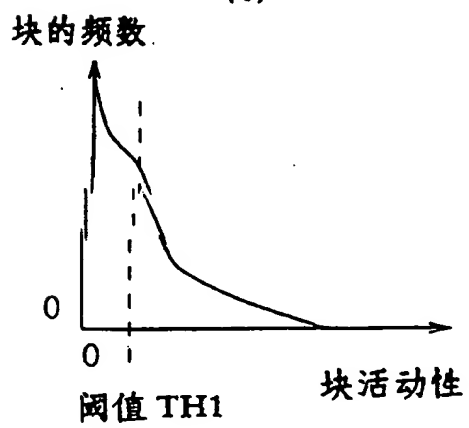
(B)



(C)



(D)



(E)

图 17

	TH1	TH2	TH3	TH4
Q _{N01}	1	2	3	4
Q _{N02}	2	3	4	5
Q _{N03}	3	4	5	6
Q _{N04}	4	5	6	7
Q _{N05}				
Q _{N06}				
Q _{N07}				
Q _{N08}				
Q _{N09}				
Q _{N010}				
Q _{N011}				
Q _{N012}				
Q _{N013}				
Q _{N014}				
Q _{N015}				
Q _{N016}				

图 18

块的频数

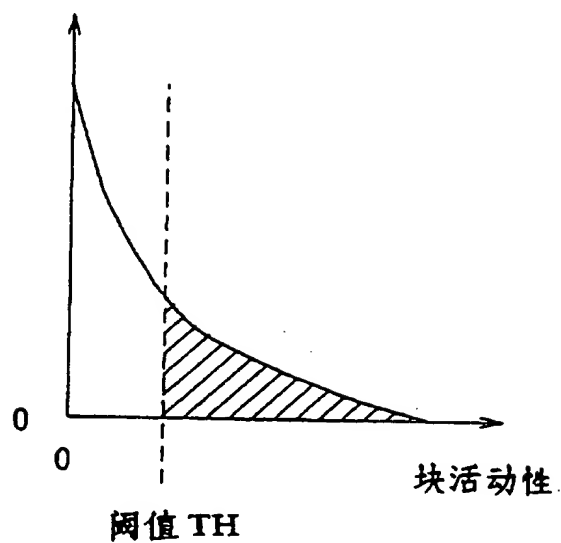


图 19

累加的块频数

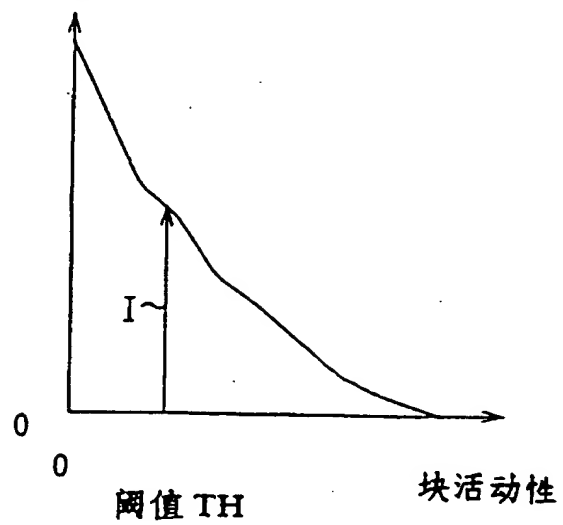


图 20

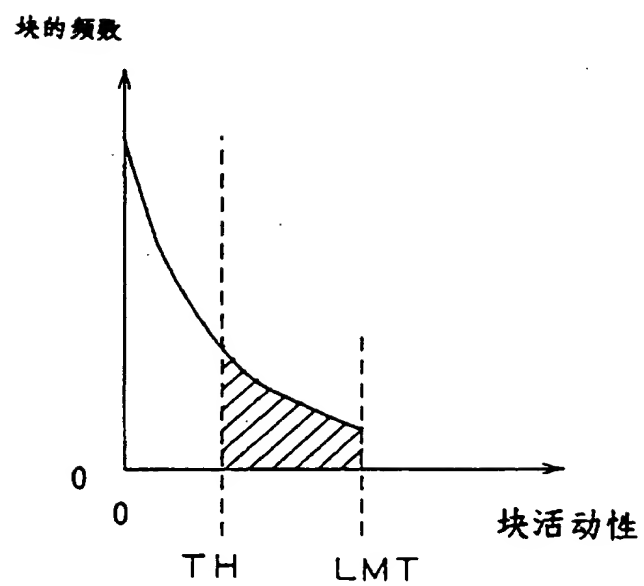


图 21

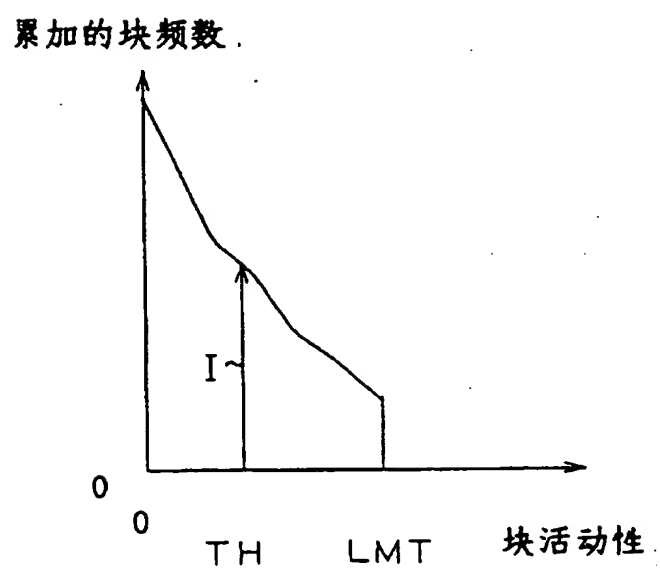
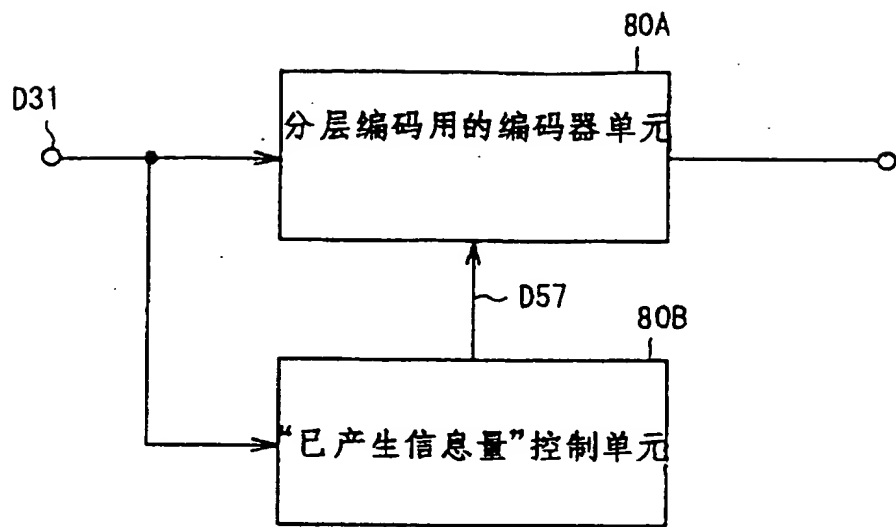


图 22



80

图 23

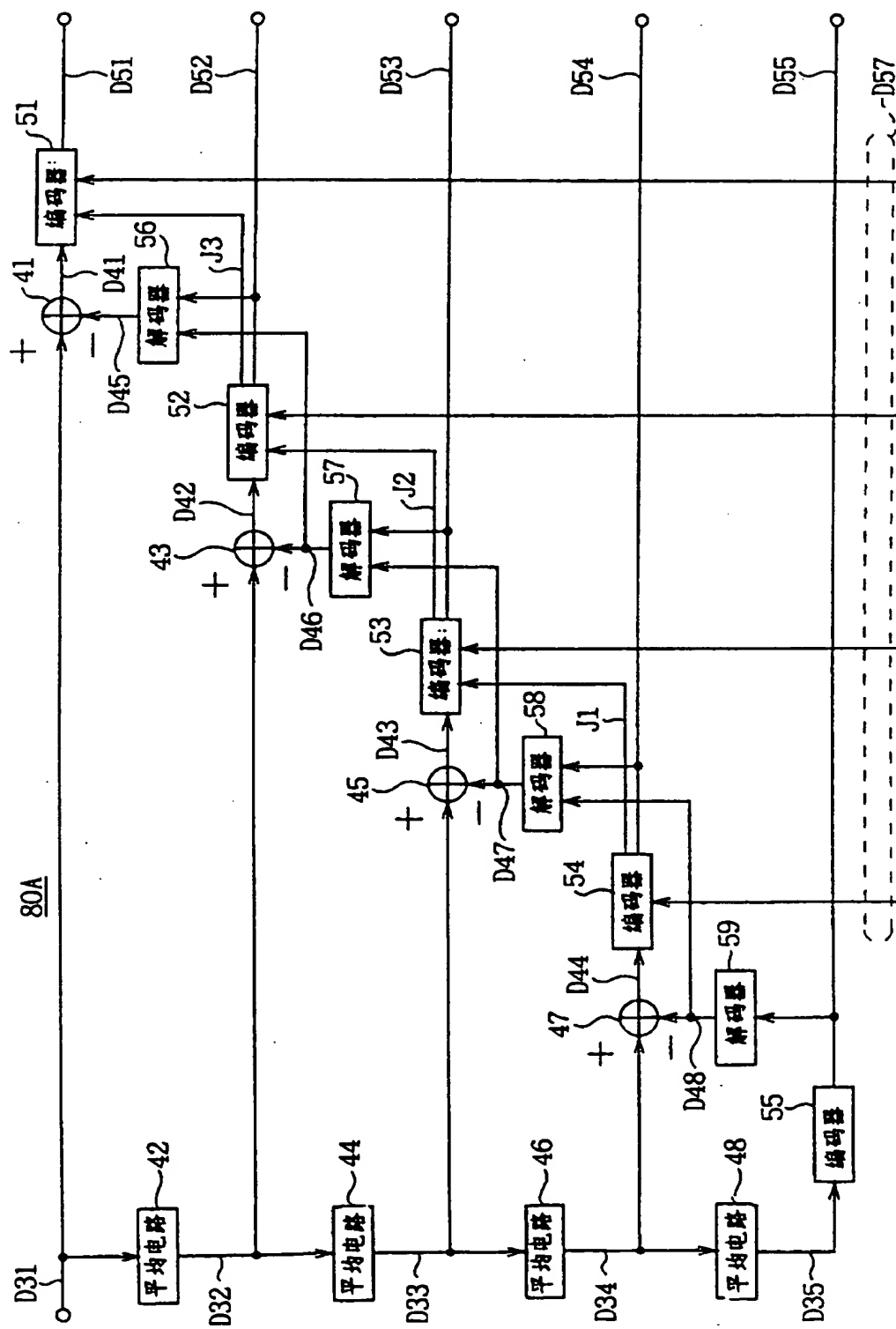


图 24

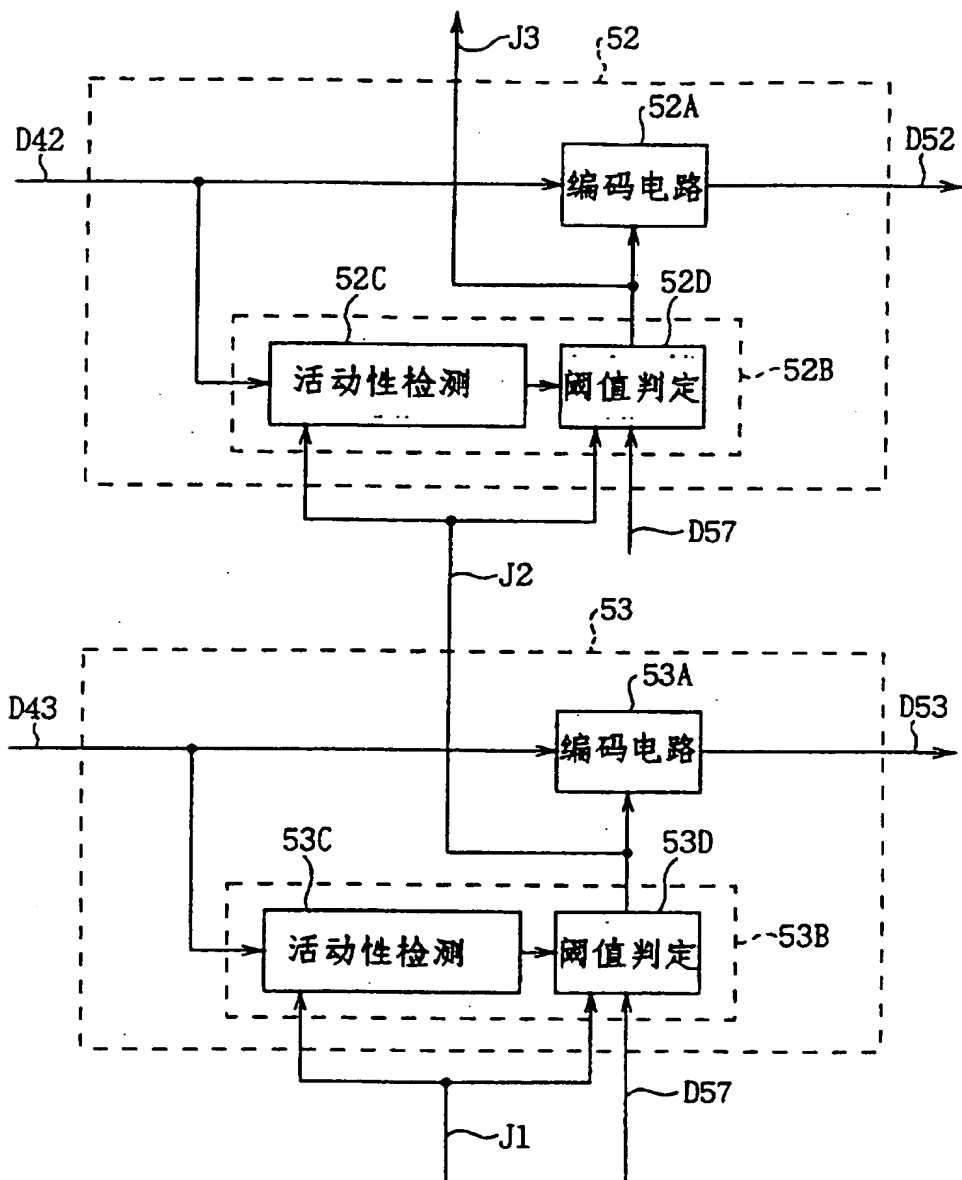


图 25

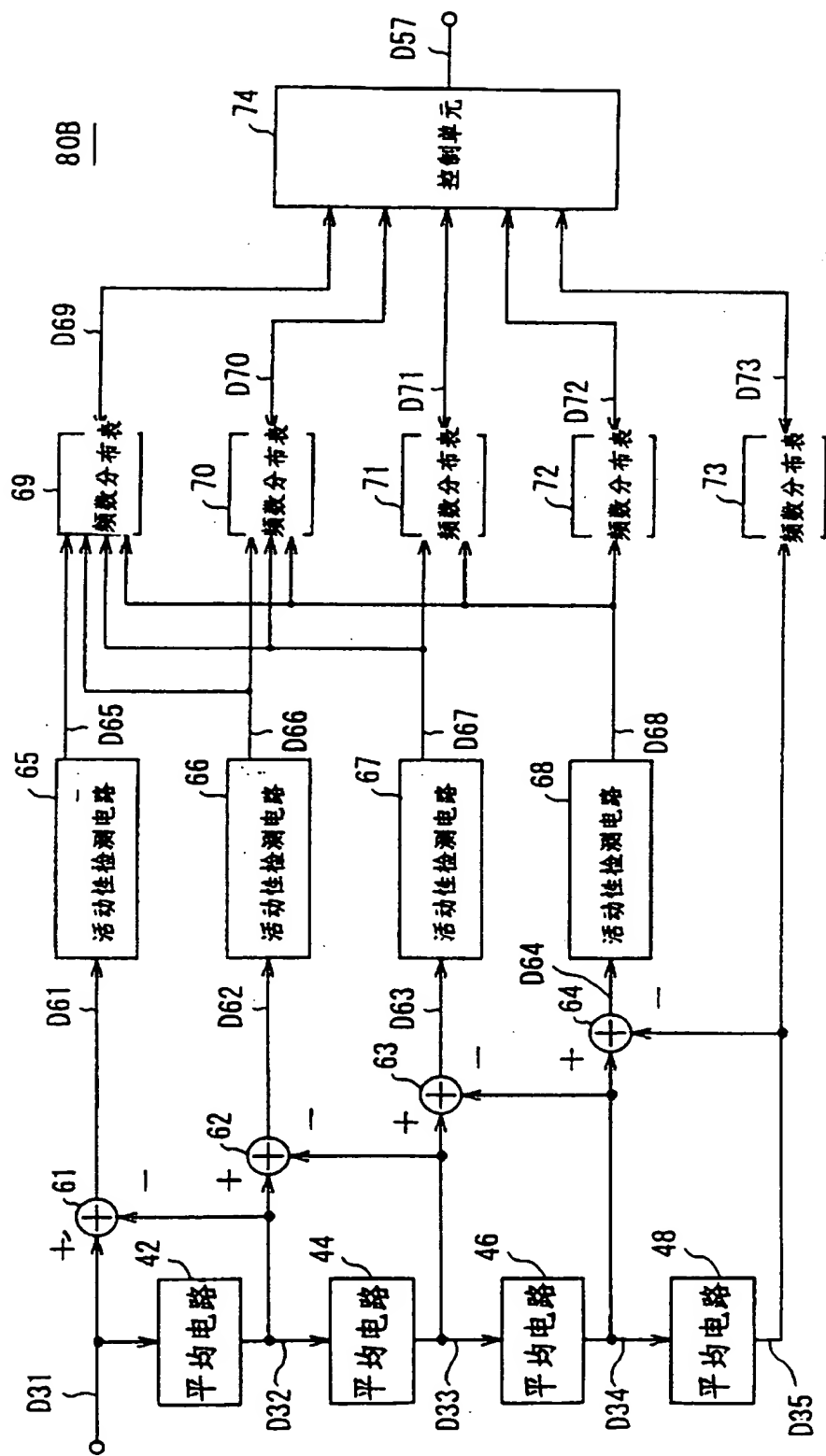
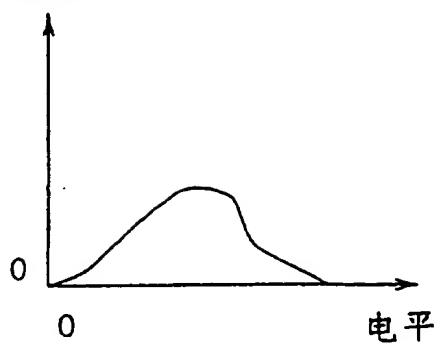


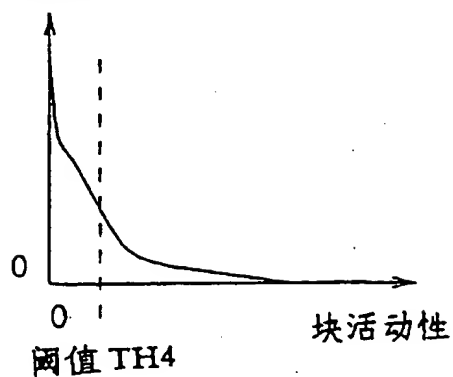
图 26

块的频数



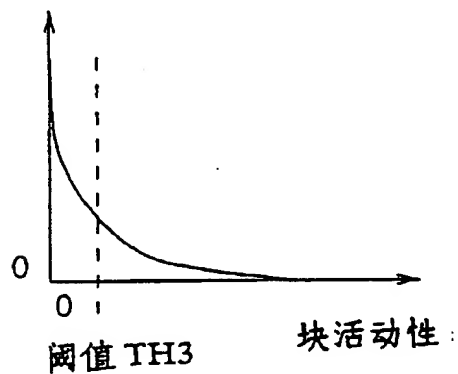
(A)

块的频数



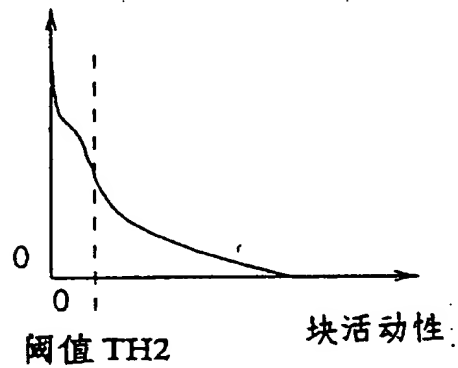
(B)

块的频数



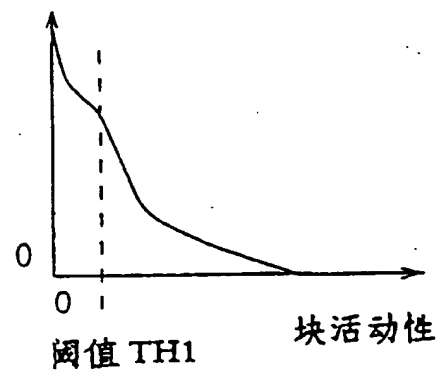
(C)

块的频数



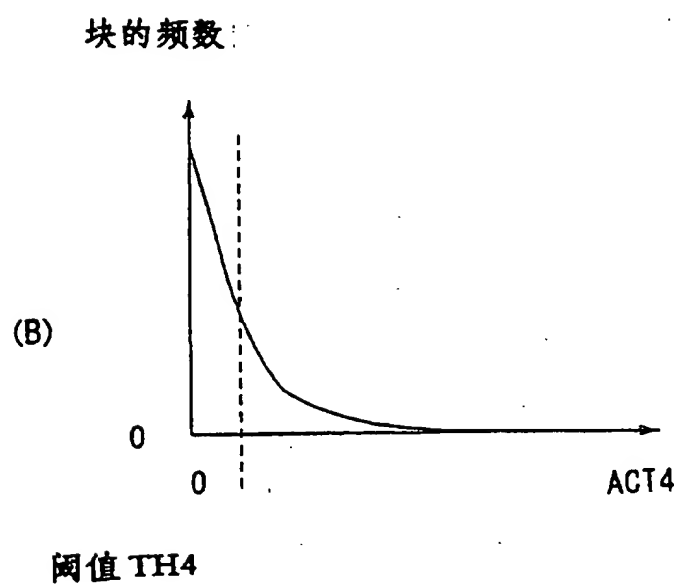
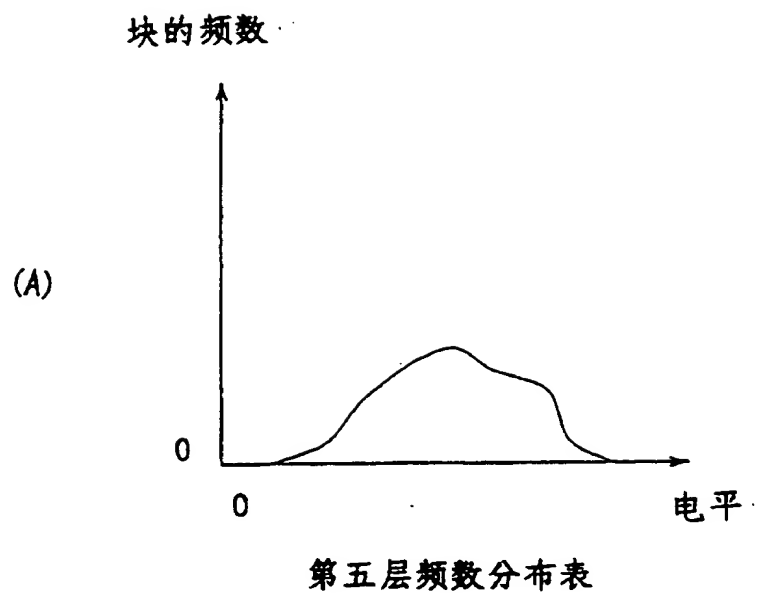
(D)

块的频数



(E)

图27



第四层频数分布表

图28

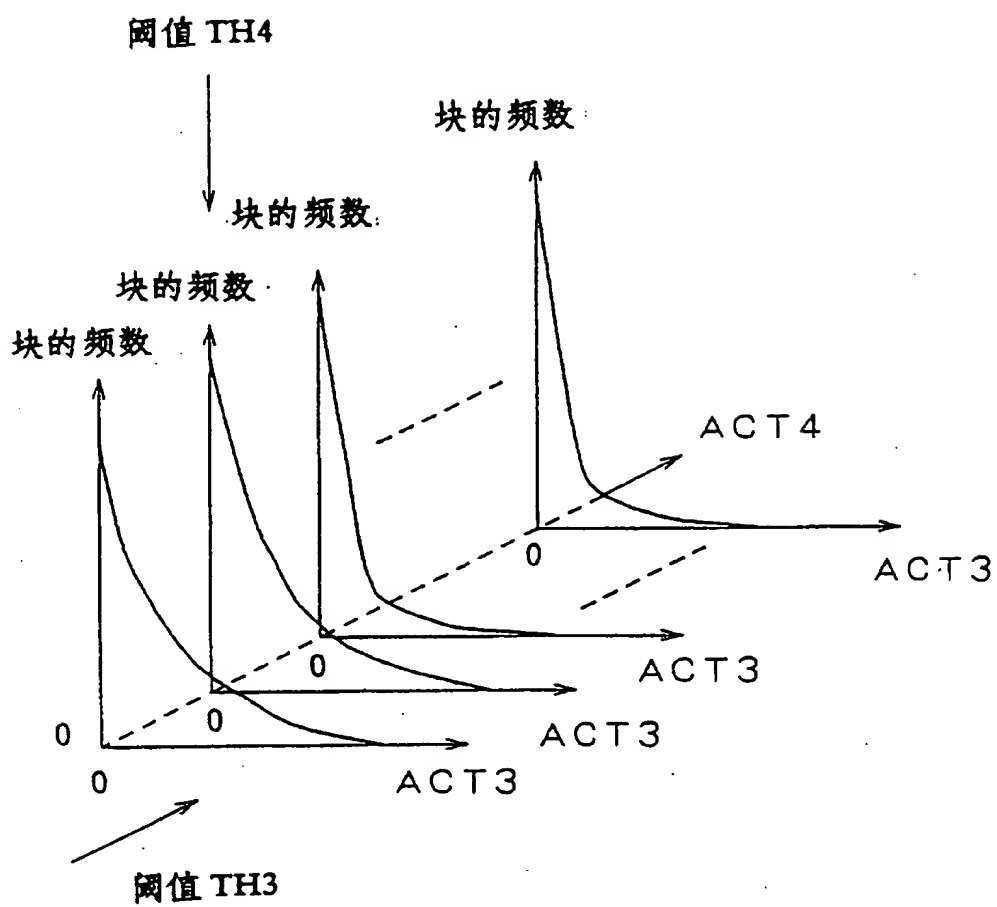
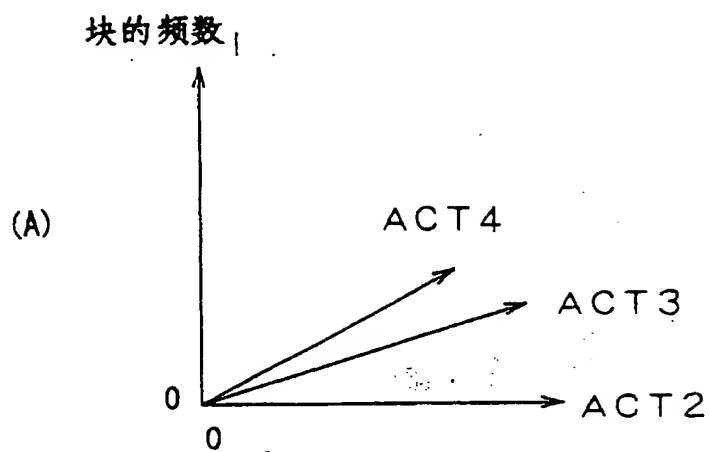
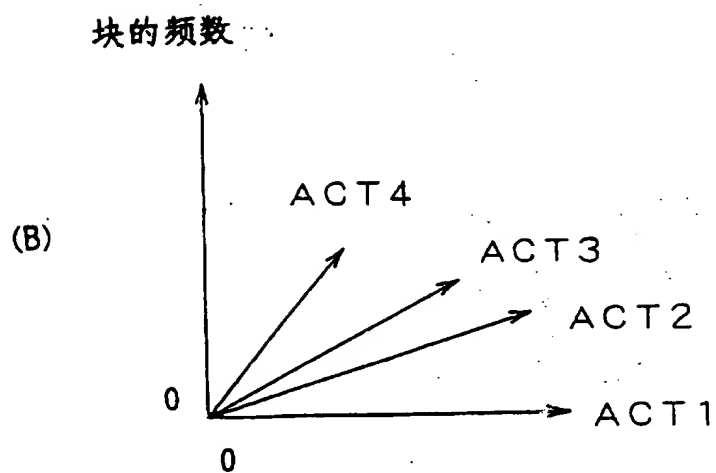


图29



第二层频数分布表



第一层频数分布表

图30

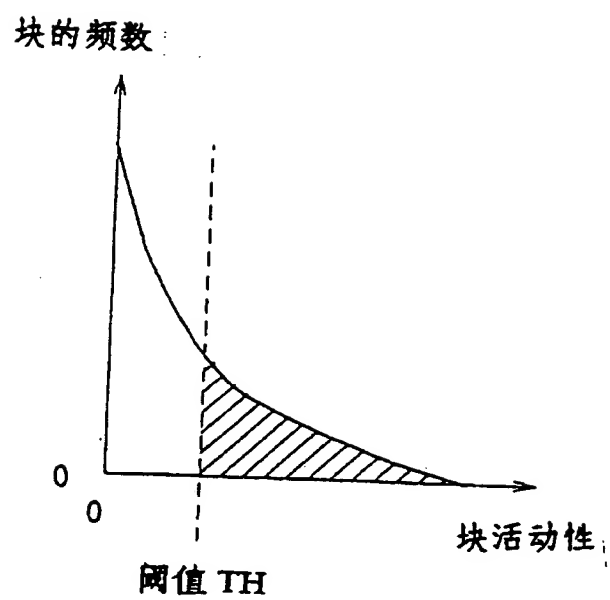


图 31

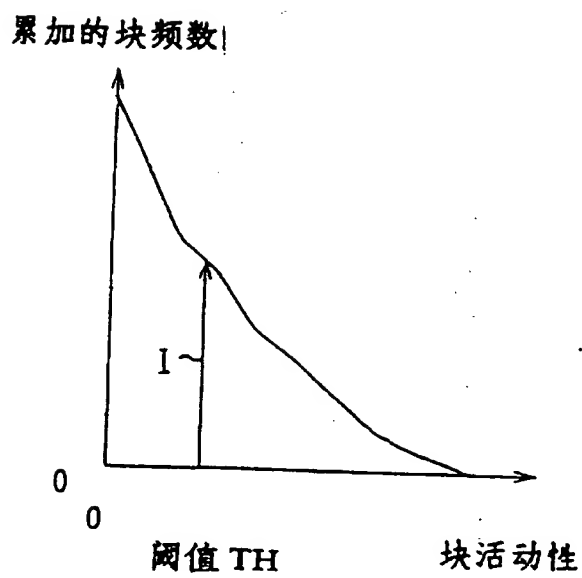


图 32

块的频数:

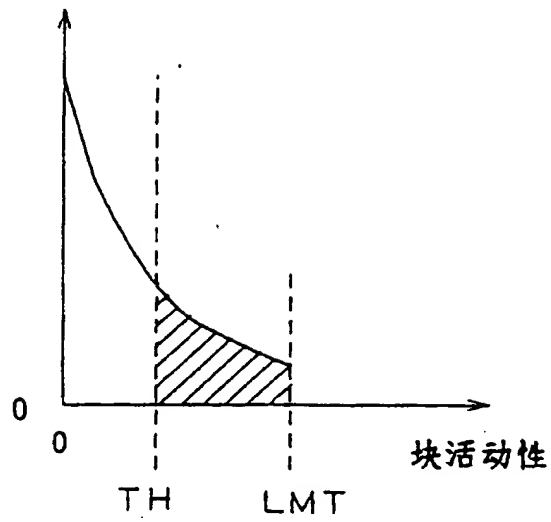


图33

累加的块频数

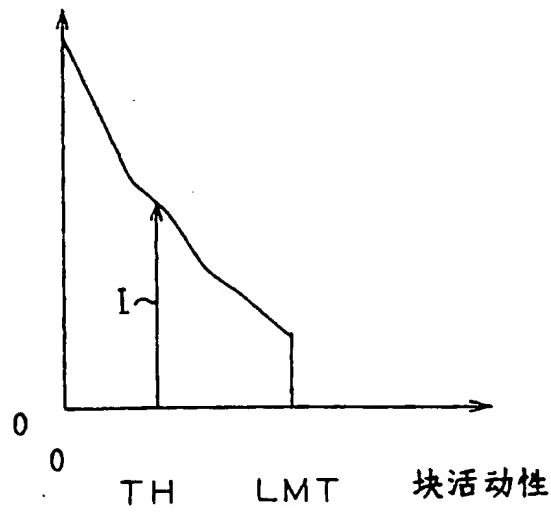


图34

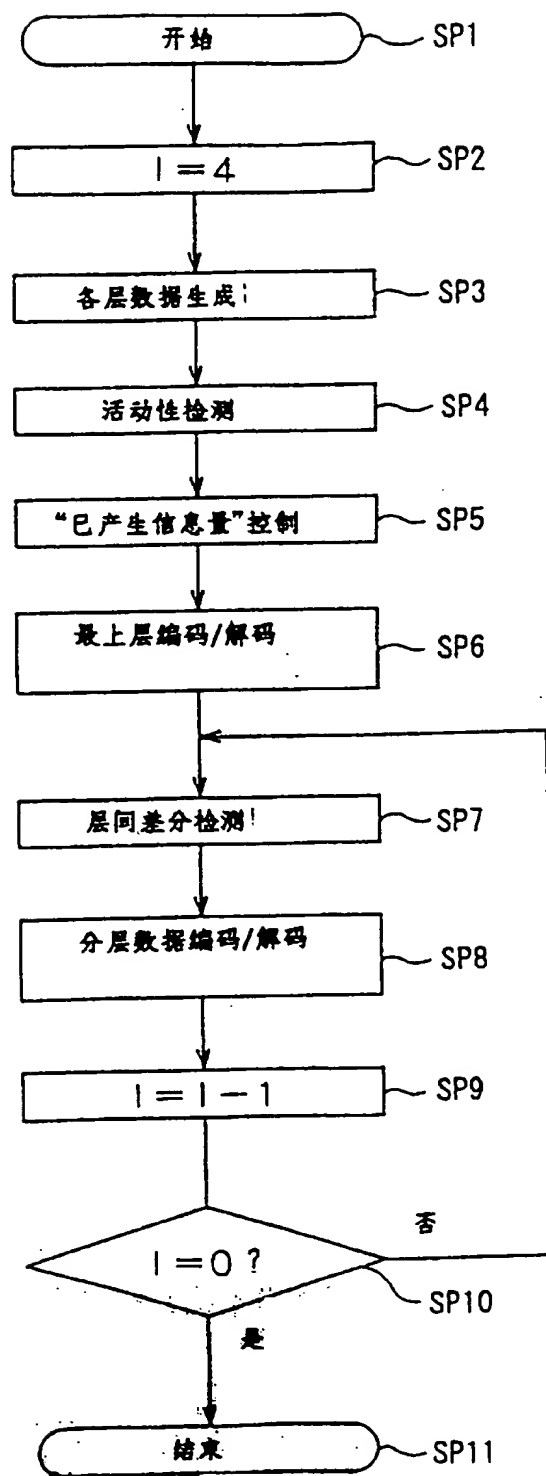
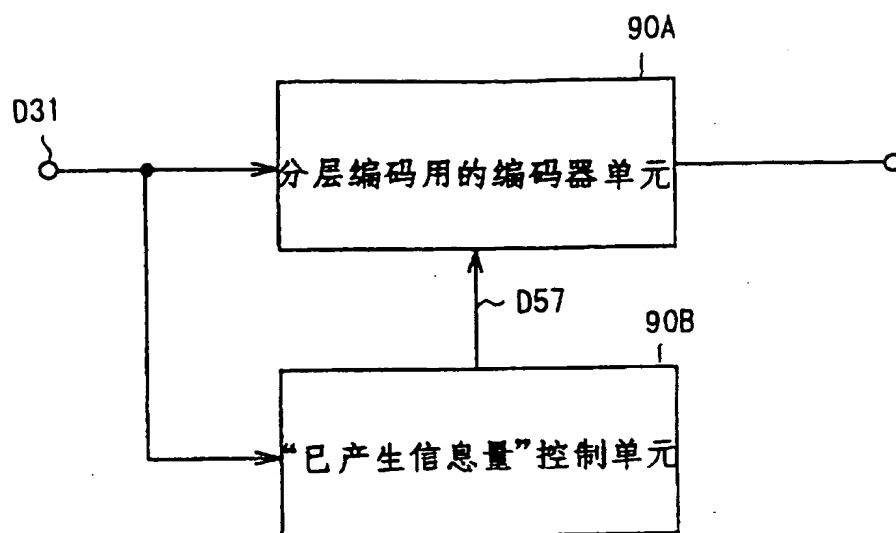


图 35



90

图36

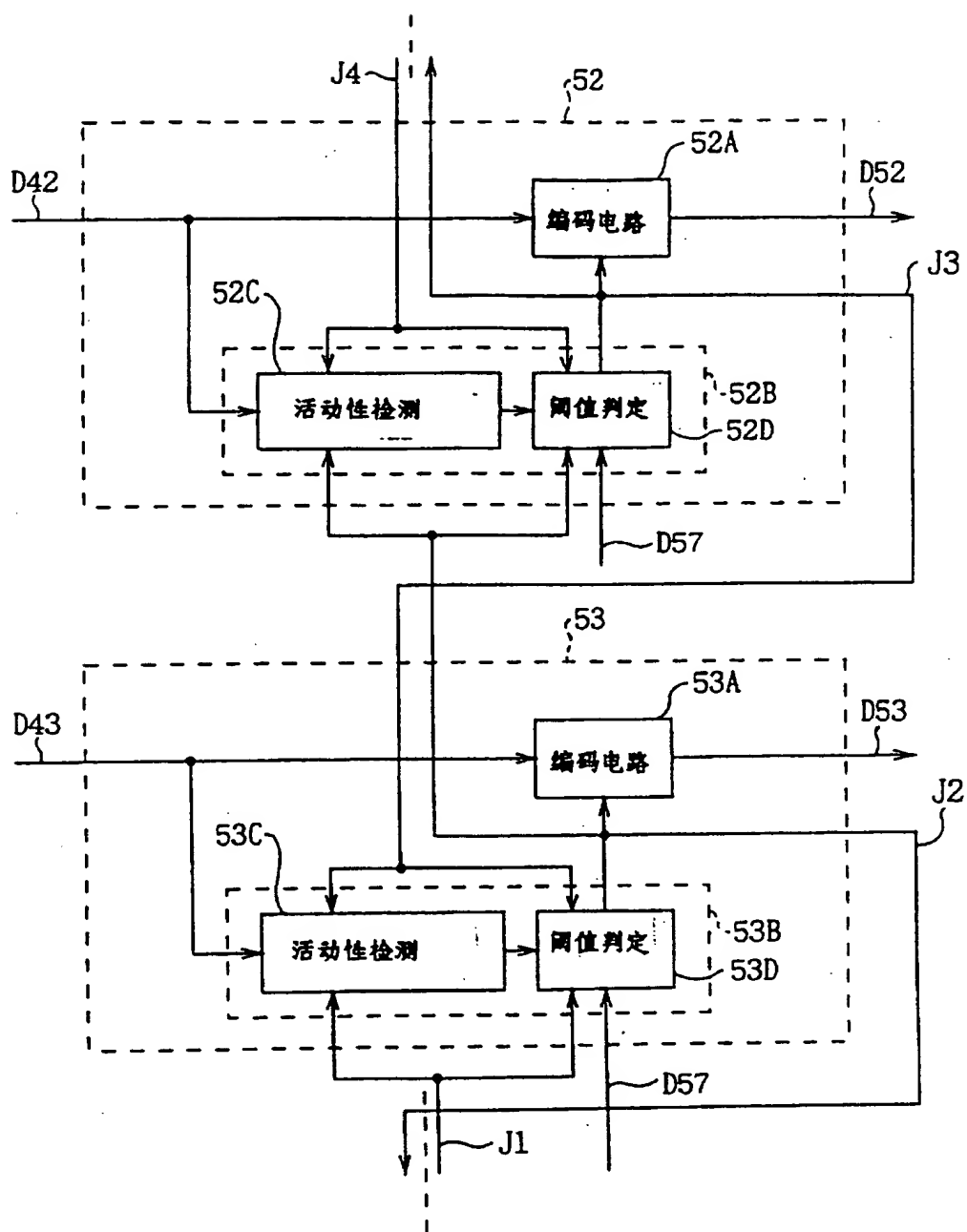


图 38

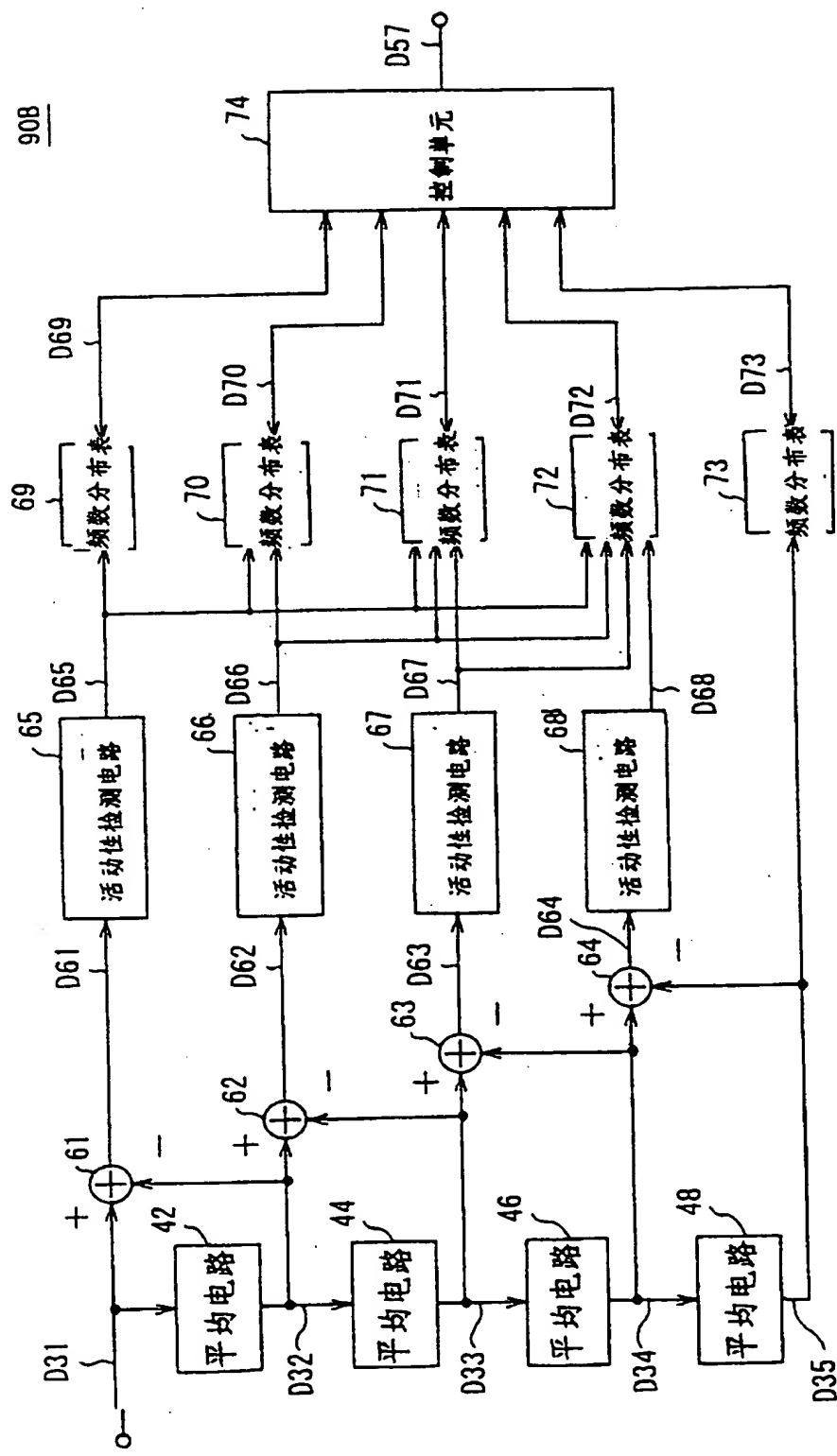
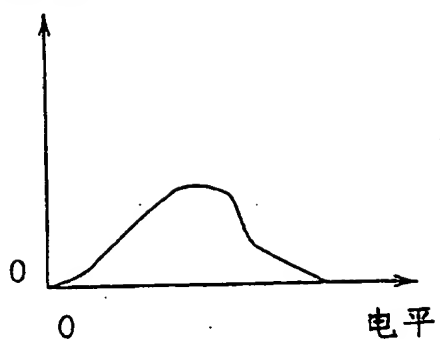


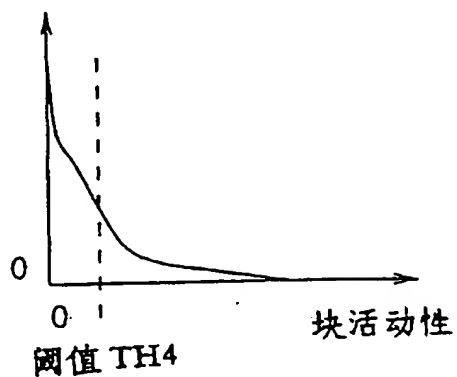
图 39

块的频数



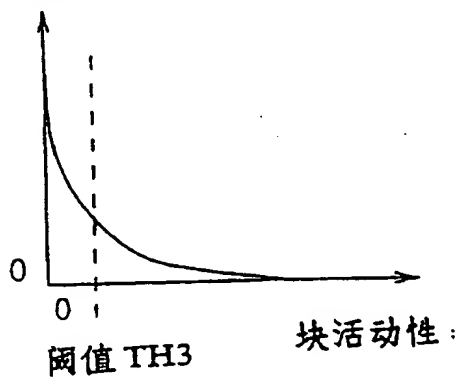
(A)

块的频数



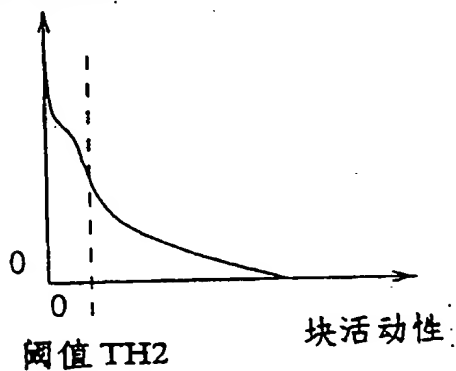
(B)

块的频数



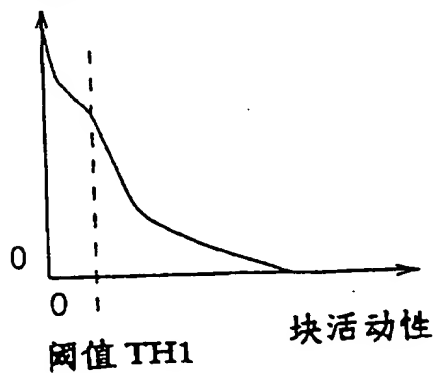
(C)

块的频数



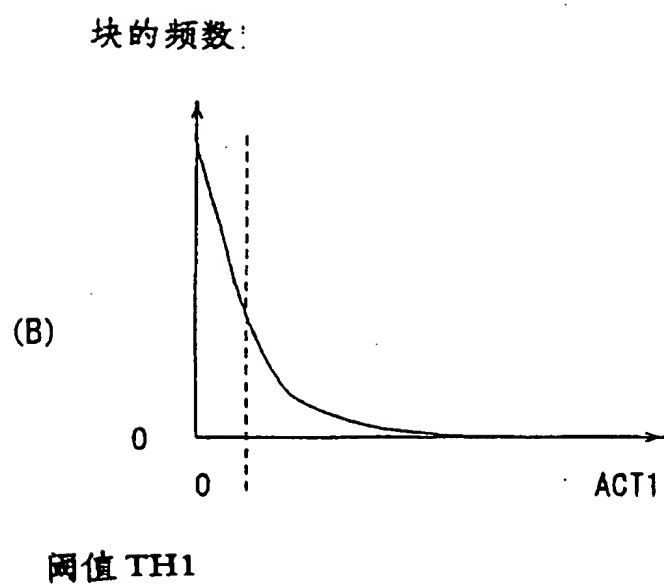
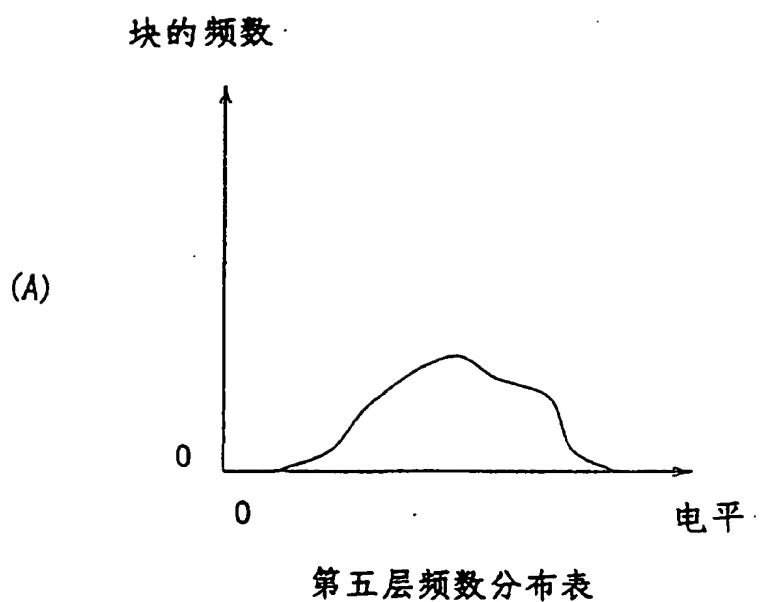
(D)

块的频数



(E)

图 40



第一层频数分布表

图 41

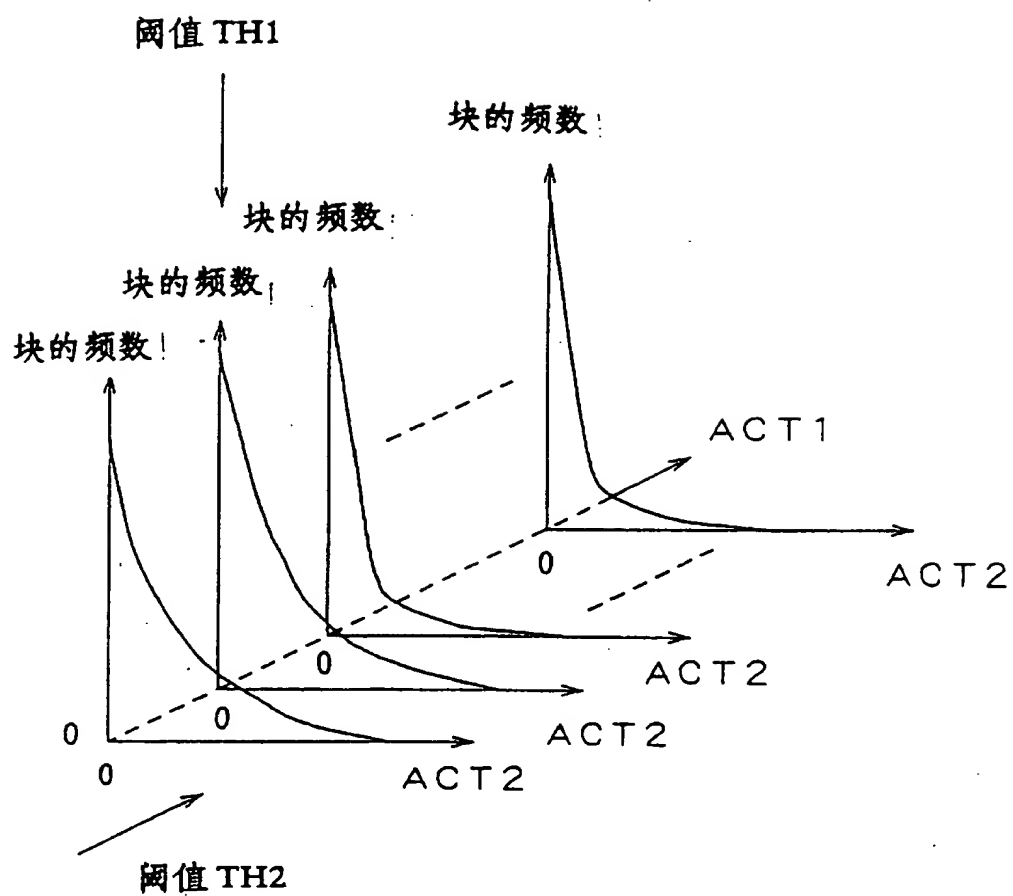
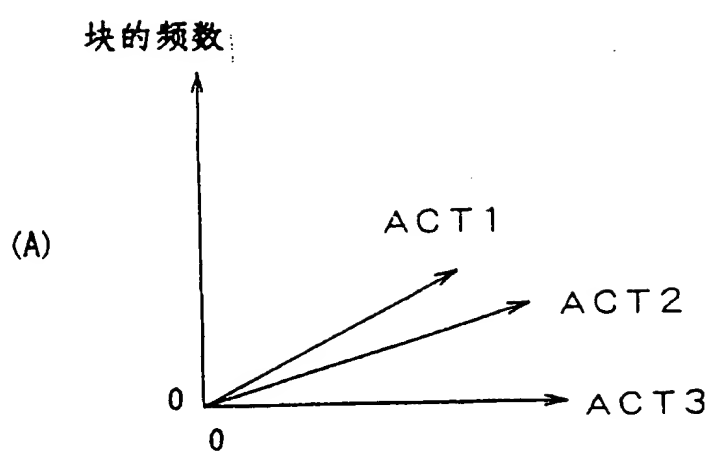
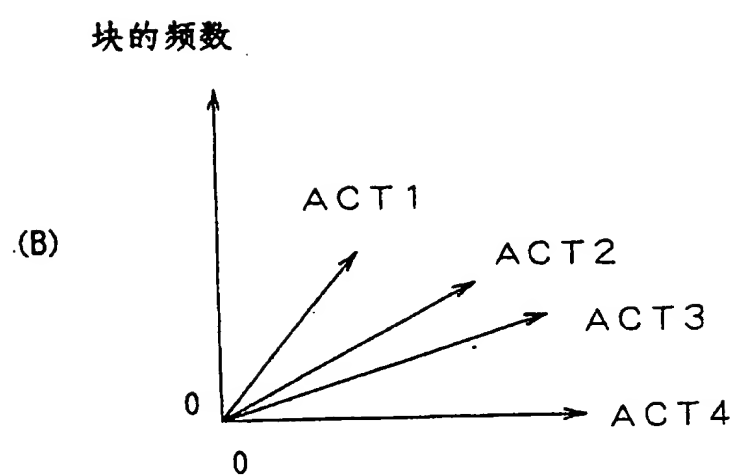


图42



第三层频数分布表：



第四层频数分布表：

图 43

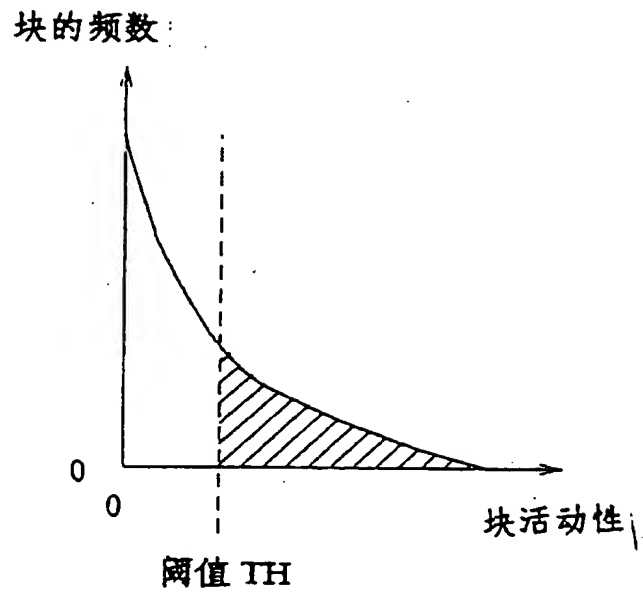


图 44

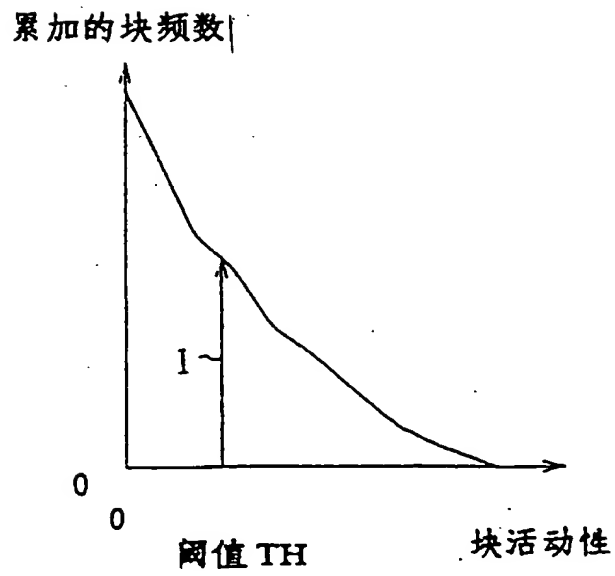


图 45

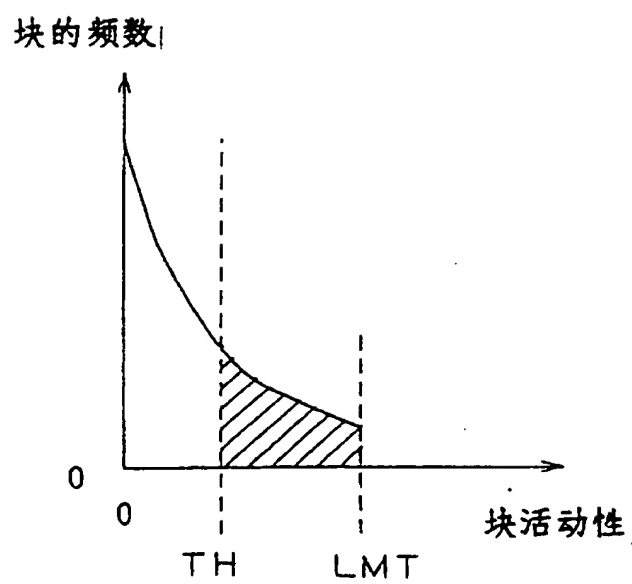


图 46

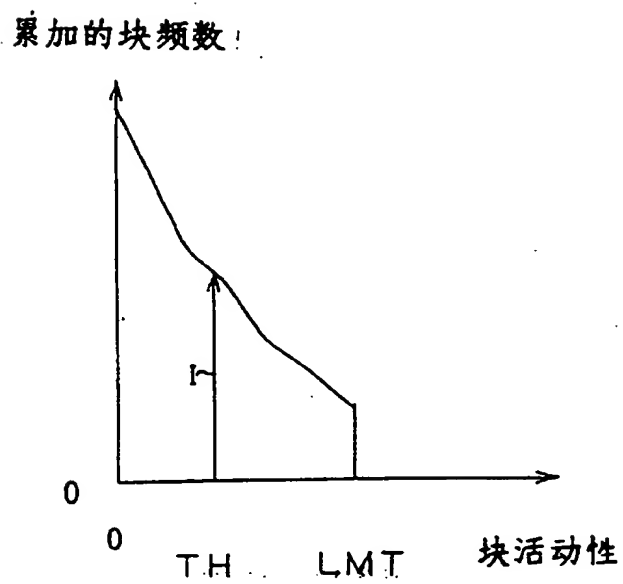


图 47

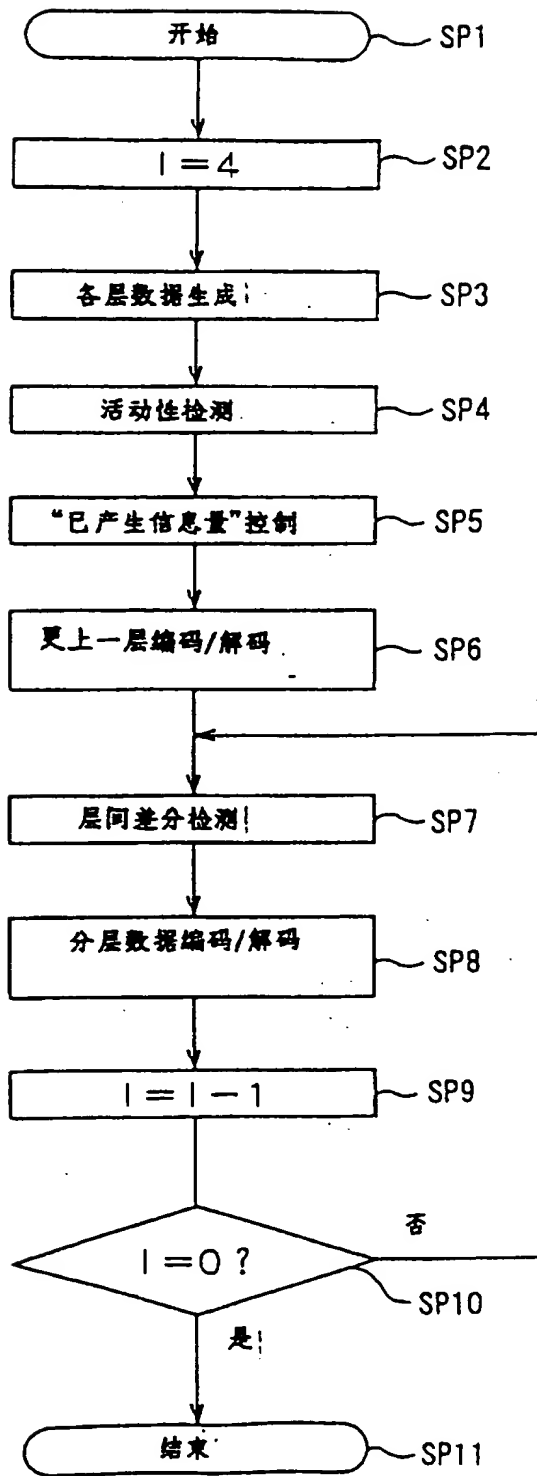


图 48

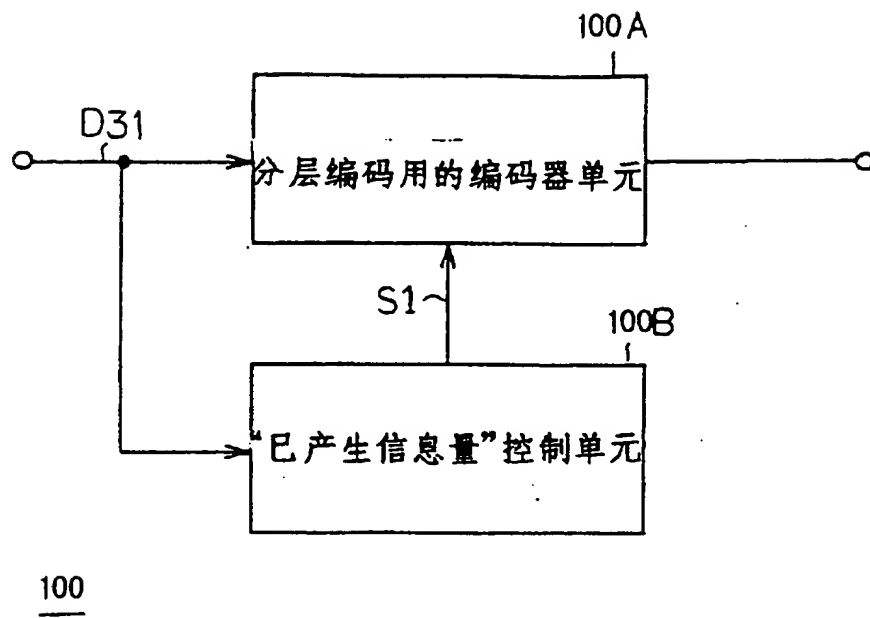


图 49

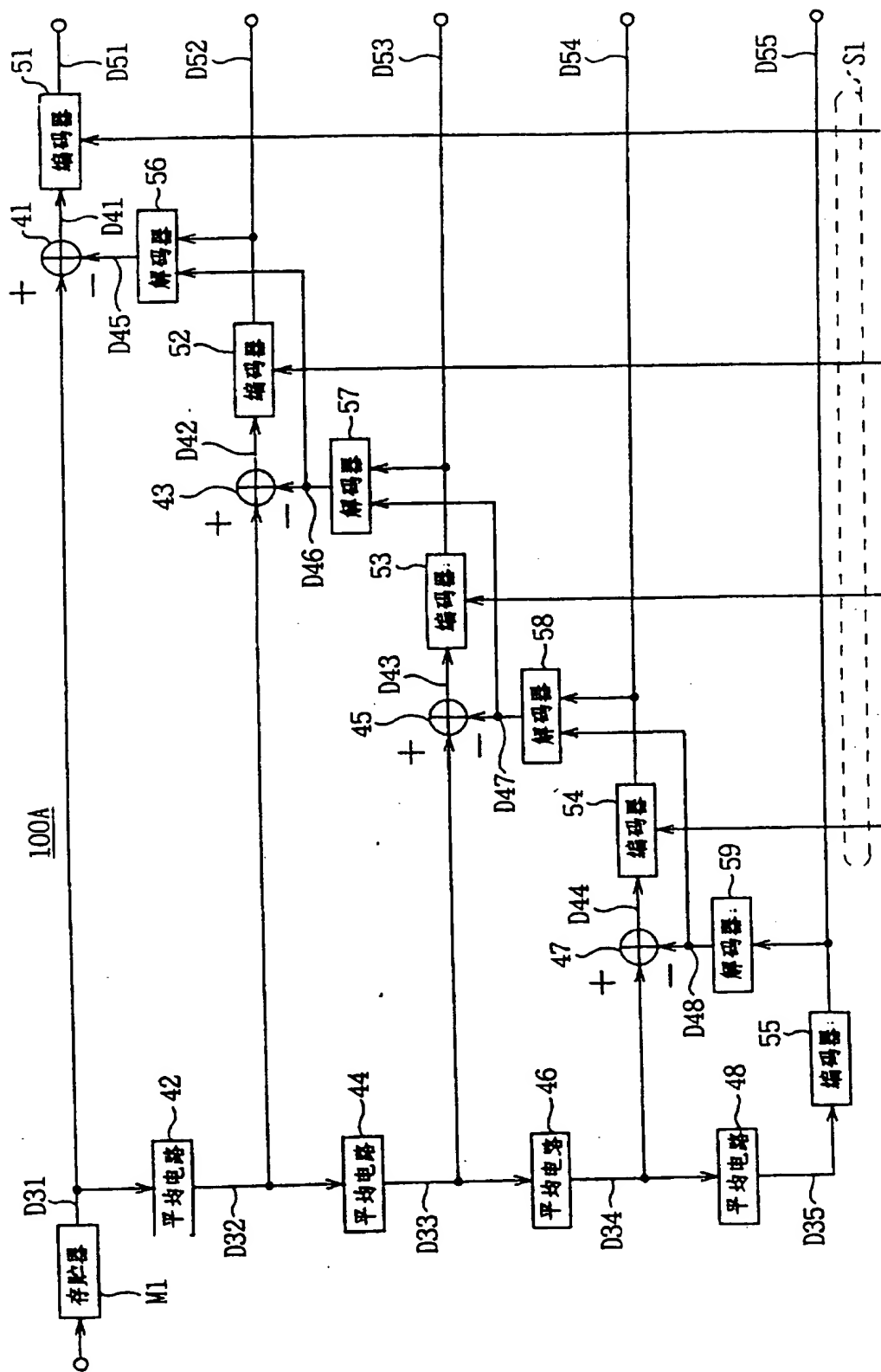


图 50

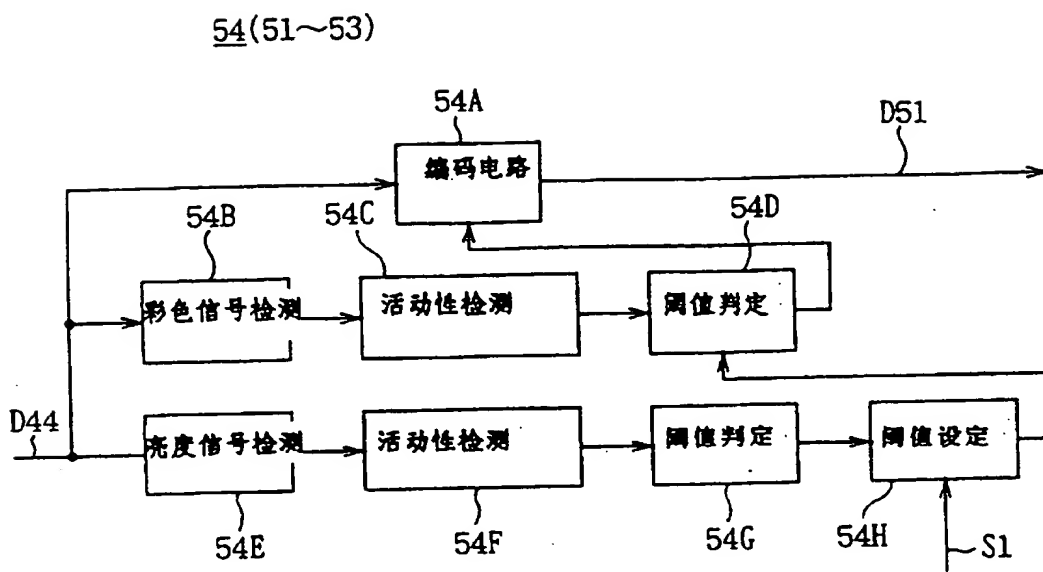


图 51

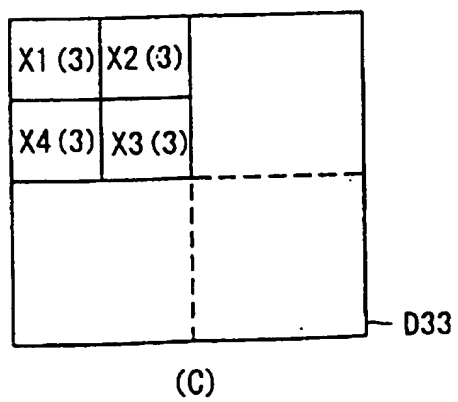
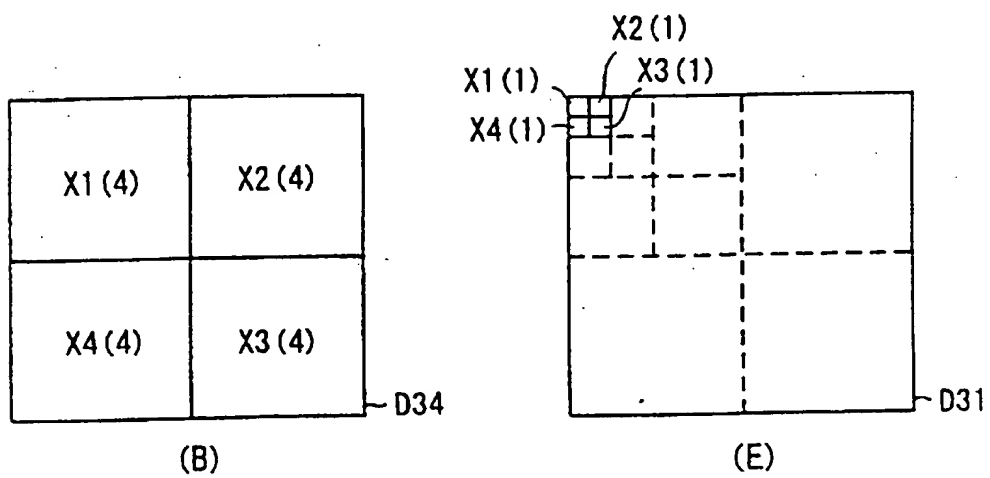
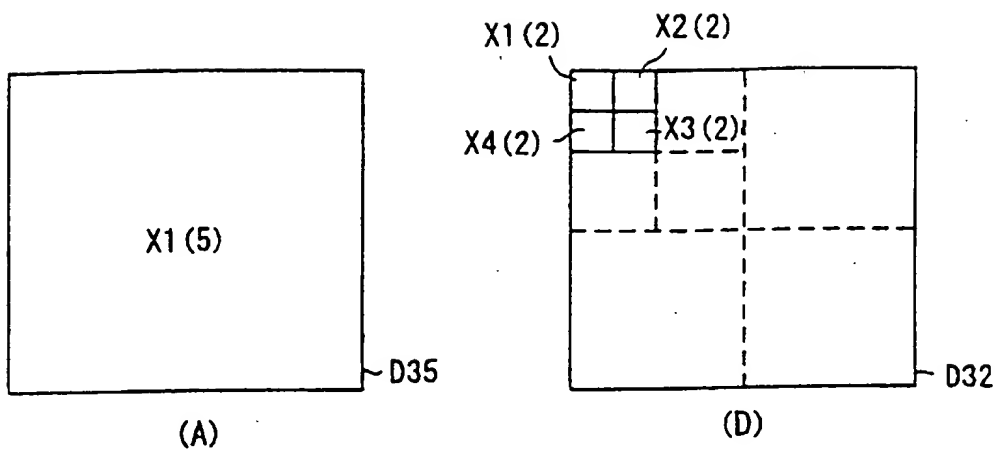


图 52

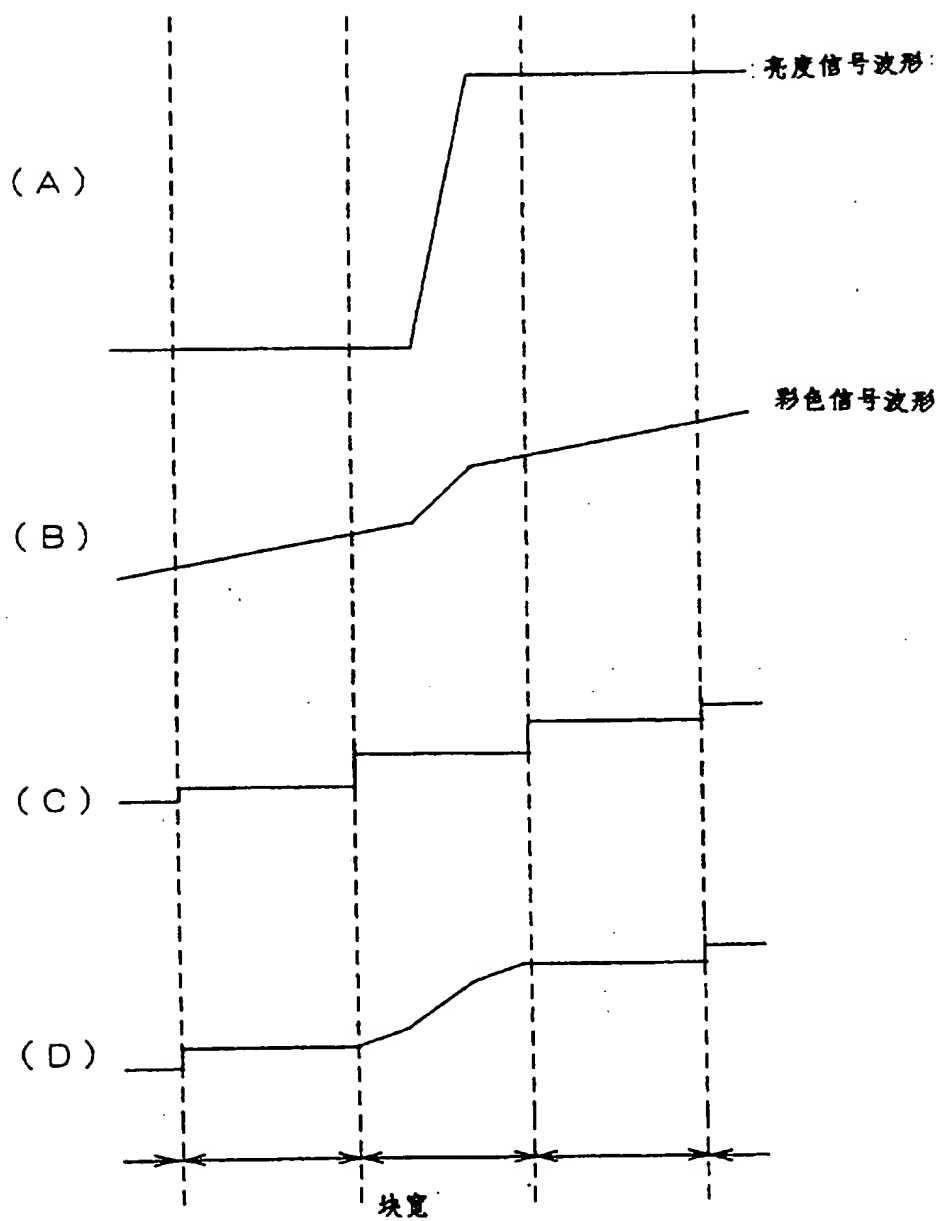


图53

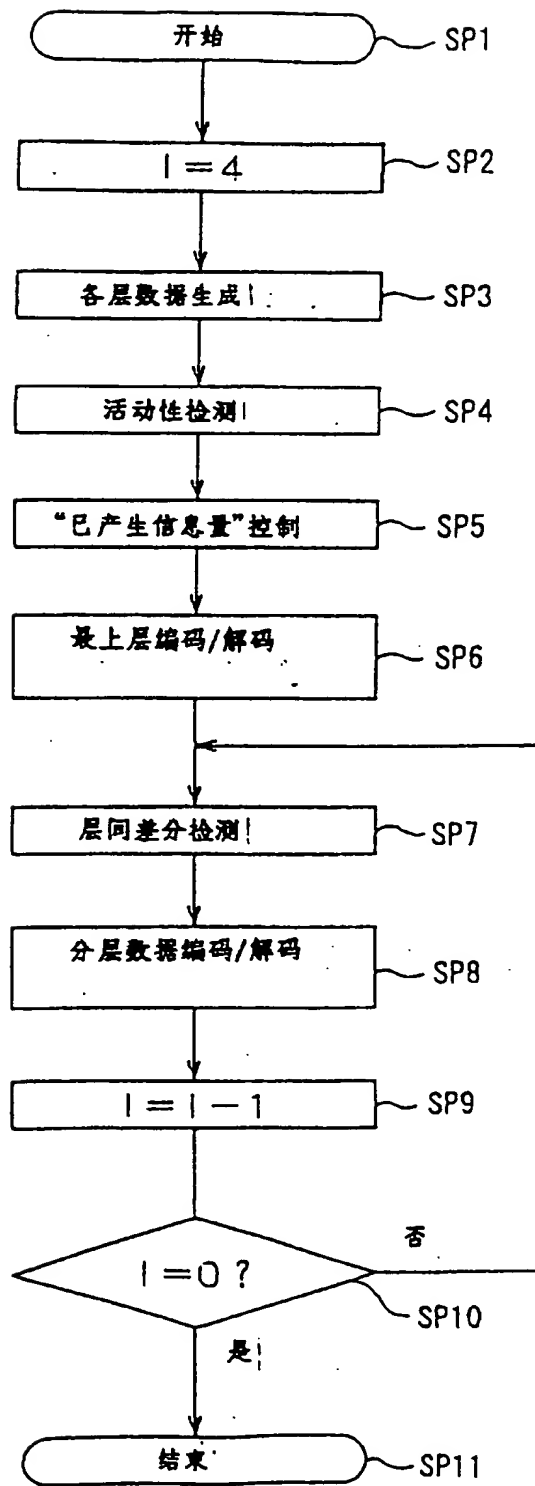


图 54

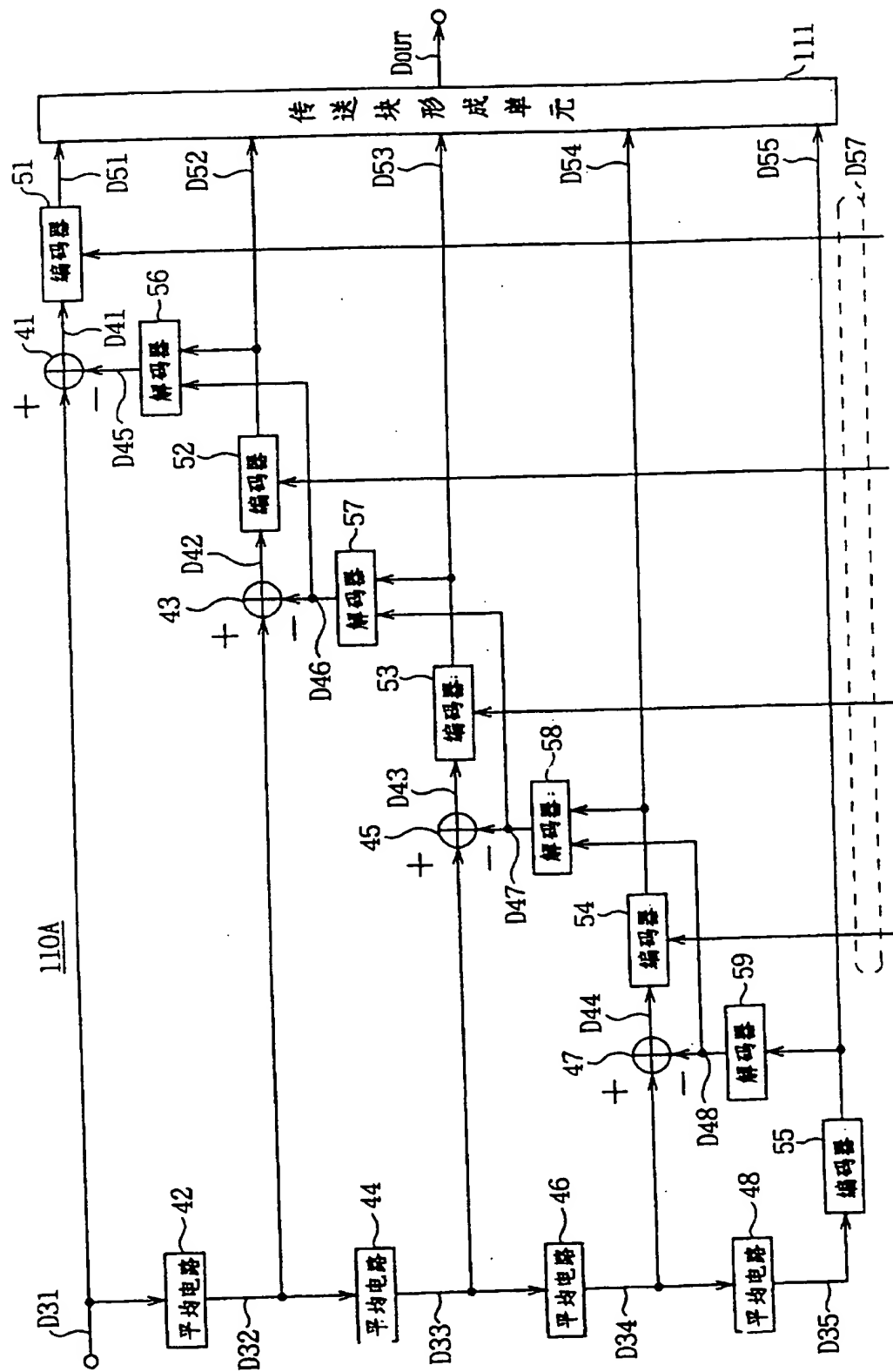


图 55

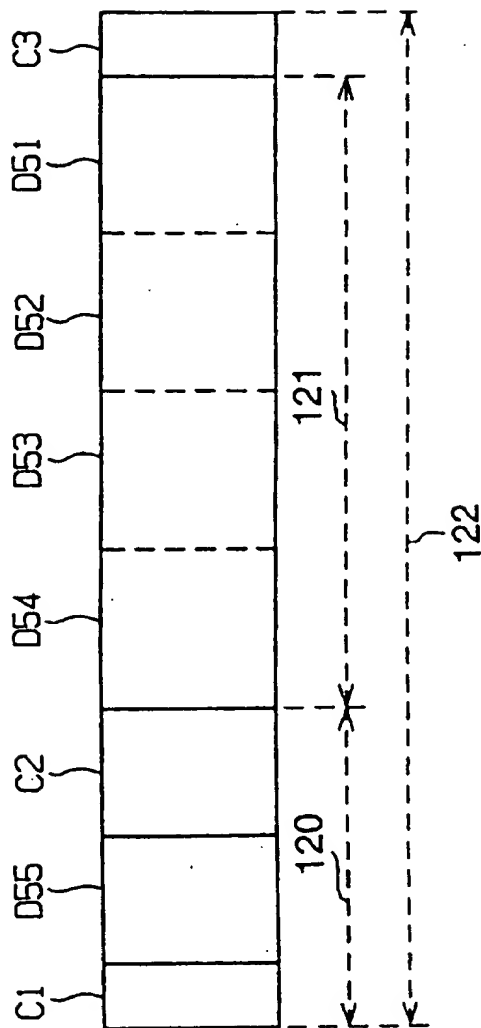


图 56

符号说明

40、80、90、100、110A……分层编码装置、40A、80A、90A、100A
……分层编码用的编码器单元、40B、80B、90B、100B……“已产生信
息量”控制单元、51~55、154~158……编码器、56~59、161~165
……解码器、52C、53C、54C、54F、65~68……活动性检测电路、
69~73……频数分布表、74……控制单元、111……传送块形成单元、
120……固定长数据块、121……可变长数据块、122……传送数据块、
140……图像编码装置、150~153、170~173……分割控制电路、
159……控制码产生电路、166……控制码分析电路、D31、D131……
输入图像数据、D31~D35、D131~D135……分层数据、D41~D44、
D140~D143……差分数据、D51、D145……第一层编码数据、D52、
D146……第二层编码数据、D53、D147……第三层编码数据、D54、
D148……第四层编码数据、D55、D149……第五层编码数据、D57、S1
……最佳控制值、J1~J4D……阈值判定结果信息、C1~C6……控制
信息、TH1~TH4……阈值、C1……传送块识别码、C2……层间数据
分割判定码。